Asociația Inginerilor de Instalații din România

Sanitare

ENCICLOPEDIA TEHNICĂ DE INSTALAȚII

manualul de INSTALAȚII

Ediția a II-a

EDITURA ARTECNO BUCUREȘTI

ENCICLOPEDIA TEHNICĂ DE INSTALAŢII

MANUALUL DE INSTALAŢII

INSTALAŢII SANITARE

S

- Instalaţii de alimentare cu apă rece şi caldă pentru clădiri civile şi de producţie;
- Canalizarea apelor menajere şi pluviale;
- Instalaţii pentru combaterea incendiilor;
- Instalaţii de gaze naturale, petroliere lichefiate şi tehnologice;
- Echipamente şi materiale pentru instalaţii sanitare şi de gaze.

Editura **ARTECNO** Bucureşti, România

Coordonator: Prof. univ. dr. ing. Ştefan VINTILĂ

Autori:

Prof. univ. dr. ing. **Ştefan VINTILĂ**
1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8

Prof. onor. dr. ing. D. H. C. **Liviu DUMITRESCU**
2; 3; 5; 6; 7

Grl. corp. arm. dr. ing. **Ionel CRĂCIUN**
2 (2.5; 2.6; 2.7; 2.8); **8** (8.5)

Prof. univ. dr. ing. **Radu DAMIAN**
2 (2.6; 2.7; 2.8); **3** (3.2; 3.5; 3.6; 3.7; 3.8)

Prof. univ. dr. ing. **Traian CRUCERU**
2 (2.4; 2.5; 2.6); **3** (3.3; 3.5; 3.6; 3.7); **9**

Prof. univ. dr. ing. **Gheorghe BADEA**
2 (2.4; 2.6; 2.7; 2.9); **3** (3.5; 3.6; 3.7)

Prof. univ. dr. ing. **Theodor MATEESCU**
2 (2.4; 2.6; 2.7; 2.9; 2.10); **3** (3.5; 3.8); **4** (4.1)

ing. **Liviu DUMITRESCU jr.**
2 (2.4; 2.5)

Prof. univ. dr. ing. **Adrian RETEZAN**
4 (4.1; 4.4; 4.6; 4.7; 4.8; 4.10); **5**

Conf. dr. ing. **Daniela TEODORESCU**
2 (2.4; 2.5; 2.6)

Şef lucrări ing. **Mihnea SANDU**
2 (2.4; 2.5; 2.6)

ing. **Viorel POPESCU**
6 (6.3; 6.4; 6.5; 6.6; 6.7; 6.8)

Ing. **Victor VOICU**
2 (2.11); **3** (3.9); **6** (6.8); **7** (7.6); **8** (8.6)

ing. **Victor VOINESCU**
2; 3; 5; 6

Coordonare şi recenzie ştiinţifică:

Prof. onor. dr. ing. **Liviu DUMITRESCU**
Membru al Academiei Central Europene de Ştiinţă şi Artă;
Doctor Honoris Causa al UTC Bucureşti;
Doctor Honoris Causa al UP Timişoara;

Ing. **Achile PETRESCU**

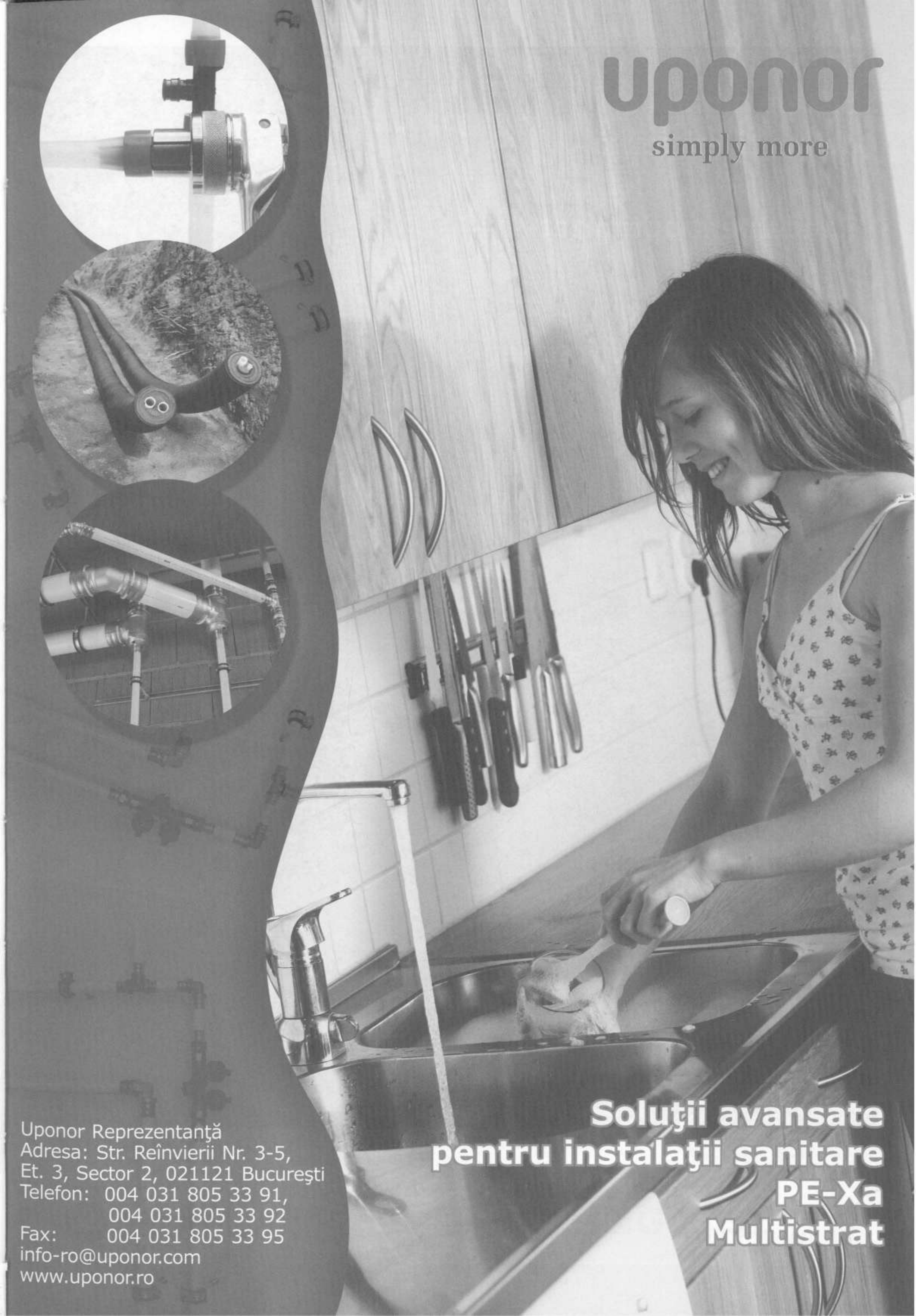
Coordonare editorială:

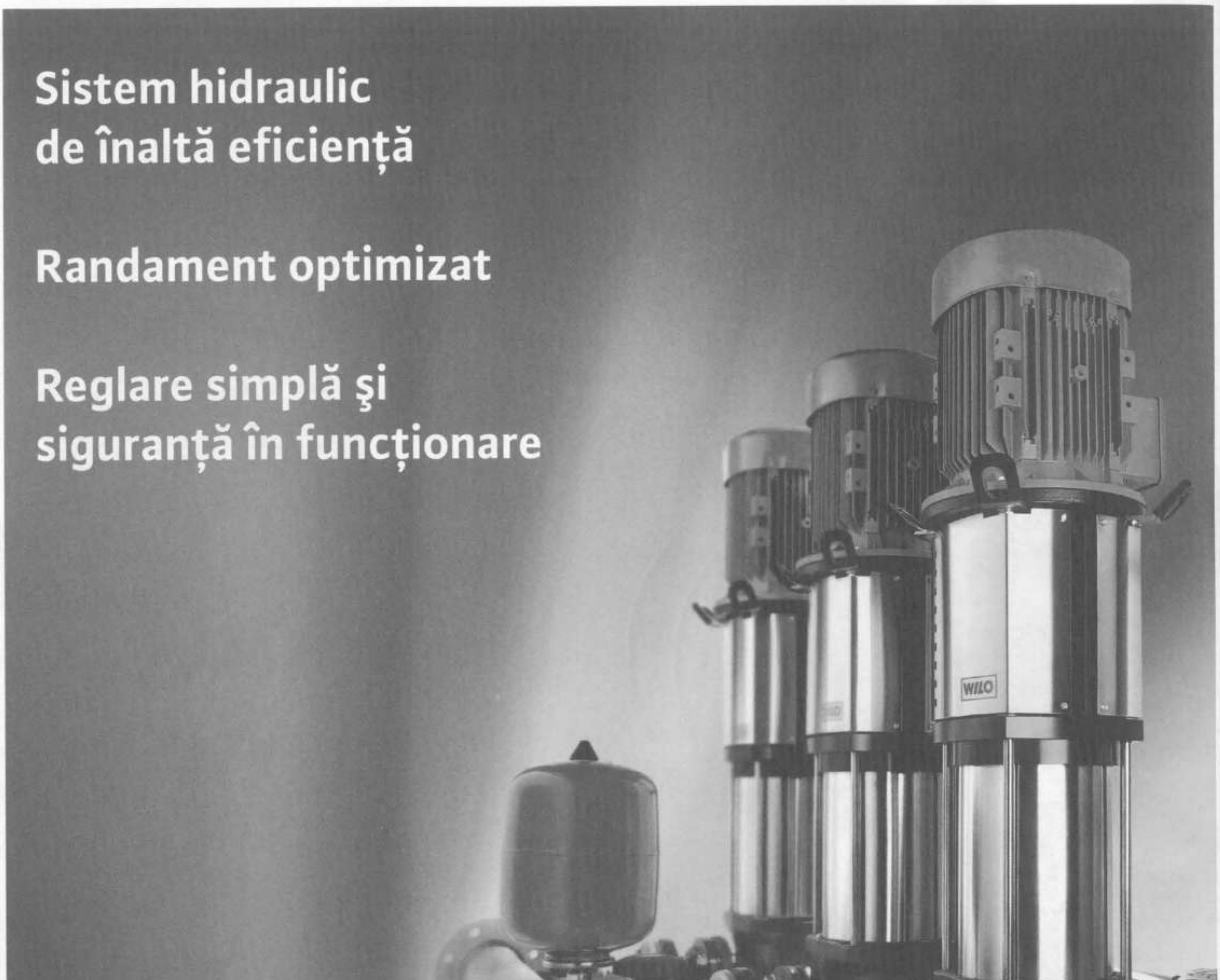
Director General ing. **Doru PETRESCU**
Director Marketing ing. **Mihai Mateescu**
Director Comercial ing. **Cristian Tudor**

Tipar: **ARTPRINT** Bucureşti, Str. Sulina 26
Tel: 021-3363633

ENCICLOPEDIA TEHNICĂ DE INSTALAŢII
MANUALUL DE INSTALAŢII
ISBN 978-973-85936-5-7
Instalaţii sanitare
ISBN 978-973-85936-8-8

CUPRINS


uponor
simply more
Soluţii avansate
pentru instalaţii sanitare
PE-Xa
Multistrat
Uponor Reprezentanţă
Adresa: Str. Reînvierii Nr. 3-5,
Et. 3, Sector 2, 021121 Bucureşti
Telefon: 004 031 805 33 91,
004 031 805 33 92
Fax: 004 031 805 33 95
info-ro@uponor.com
www.uponor.ro


Sistem hidraulic
de înaltă eficienţă
Randament optimizat
Reglare simplă şi
siguranţă în funcţionare
WILO
Wilo Helix

I. Instalații sanitare

Capitolul 1
Elemente generale

1.1. Modul de atribuire a contractelor de concesiune a lucrărilor publice pentru instalațiile sanitare, instalațiile de alimentare cu apă și canalizare, instalații de gaze și instalații pentru fluide tehnologice

1.1.1. Modul de atribuire a contractelor de concesiune a lucrărilor publice pentru instalațiile sanitare, instalațiile de alimentare cu apă și canalizare, instalații de gaze și instalații pentru fluide tehnologice

Pentru atribuirea contractelor de concesiune de lucrări publice, în conformitate cu Ordonanța de Urgență a Guvernului 34 din 19.04.2006, se elaborează documentația de atribuire. Ordonanța de Urgență a Guvernului 34 se aplică și contractelor de achiziție publică precum și a contractelor de concesii de servicii și se aplică din 4 octombrie 2007.

Procedurile de atribuire constau în: licitație deschisă, liticiție restrânsă, dialog competititv, negociere cu publicarea prealabilă a unui anunț de participare, negociere fără publicarea prealabilă a unui anunț de participare și cerere de ofertă.

Prin Hotărârea de Guvern nr. 925 din 19.07.2006 s-a aprobat normele de aplicare a prevederilor referitoare la atribuirea contractelor de achiziție publică din Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 34/2006

1.1.2. Reguli de elaborare a documentației de atribuire

Autoritatea contractantă are obligația de a preciza în cadrul documentației de atribuire orice cerință, criteriu, regulă și alte informații necesare pentru a asigura ofertantului/candidatului o informare completă, corectă si explicită cu privire la modul de aplicare a procedurii de atribuire.

Documentația de atribuire trebuie să cuprindă printre altele și caietul de sarcini sau documentația descriptivă, aceasta din urmă fiind utilizată în cazul aplicării procedurii de dialog competitiv sau de negociere;

1.1.3. Caietul de sarcini conține, în mod obligatoriu, specificații tehnice.

Specificațiile tehnice reprezintă cerințe, prescripții, caracteristici de natură tehnică ce permit ca fiecare lucrare să fie descris, în mod obiectiv, în asa manieră încât să corespundă necesității autorității contractante. Ele definesc caracteristici referitoare la nivelul calitativ, tehnic si de performanță și pot face referire la prescripții de proiectare și de calcul al costurilor, la verificarea, inspecția și condițiile de recepție a lucrărilor, a procedeelor si metodelor de execuție, ca si la orice alte condiții cu caracter tehnic.

Specificațiile tehnice trebuie să permită oricărui ofertant accesul egal la procedura de atribuire si nu trebuie să aibă ca efect introducerea unor obstacole nejustificate de natură să restrângă concurența între operatorii economici.

Specificațiile tehnice fac referire, în următoarea ordine de prioritate, la standarde naționale care adoptă standarde europene, la omologări tehnice europene, la standarde internaționale sau la alte referințe de natură tehnică elaborate de organisme de standardizare europene; în cazul în care acestea nu există, specificațiile tehnice fac referire la standarde, omologări sau reglementări tehnice naționale privind proiectarea, calculul si execuția lucrărilor.

Se interzice definirea în caietul de sarcini a unor specificații tehnice care indică o anumită origine, sursă, producție, un procedeu special, o marcă de fabrică sau de comerț, un brevet de invenție, o licență de fabricație, care au ca efect favorizarea sau eliminarea anumitor operatori economici sau a anumitor produse. Se admite o astfel de indicație, dar numai în mod excepțional, în situația în care o descriere suficient de precisă si inteligibilă a obiectului contractului nu este posibilă și numai însoțită de mențiunea sau echivalent.

1.2. Fazele de elaborare a documentației tehnico-economice pentru instalațiile sanitare, instalațiile de alimentare cu apă și canalizare, instalații de gaze și instalații pentru fluide tehnologice

Prin Hotărârea de Guvern nr. 28/09/01/2008, s-a aprobat conținutul-cadru al documentațiilor tehnico-economice aferente investițiilor publice. Prevederile hotărâri se aplică pentru realizarea obiectivelor de investiții noi, precum și lucrărilor de intervenții la construcții existente care se finanțează din bugetele prevăzute conform Legii nr. 500/2002 privind finanțele publice și Legii nr. 273/2006 privind finanțele publice locale, cu modificările și completările ulterioare.

Proiectarea lucrărilor de construcții pentru obiective de investiții noi, inclusiv extinderi, se elaborează în trei faze și anume:
- studiul de fezabilitate;
- proiectul tehnic;
- detalii de execuție.

Proiectarea lucrărilor de construcții pentru intervenții la construcții existente, inclusiv instalațiile aferente, se elaborează în patru faze și anume:
- expertiză tehnică și, după caz, audit energetic;
- documentație de avizare a lucrărilor de intervenții;
- proiectul tehnic;
- detalii de execuție.

Pentru obiectivele de investiții noi, inclusiv extinderi, ale căror documentații tehnicoeconomice intră în competența de aprobare a Guvernului, se elaborează un studiu de prefezabilitate anterior elaborării studiului de fezabilitate.

Documentație de avizare pentru lucrări de intervenții este definită ca documentația tehnico-economică similară studiului de fezabilitate, elaborată pe baza concluziilor raportului de expertiză tehnică și, după caz, ale raportului de audit energetic, pentru aprobarea indicatorilor tehnico-economici aferenți lucrărilor de intervenții la construcții existente.

Lucrările de intervenții sunt lucrările la construcții existente, inclusiv instalațiile aferente, asimilate obiectivelor de investiții, care constau în: reparații capitale, transformări, modificări, modernizări, consolidări, reabilitări termice, precum și lucrări de intervenții pentru prevenirea sau înlăturarea efectelor produse de acțiuni accidentale și calamități naturale, efectuate în scopul asigurării cerințelor esențiale de calitate și funcționale ale construcțiilor, potrivit destinației lor.

Pentru aplicarea unitară a prevederilor hotărâri, Ministerul Dezvoltării Regionale și Locuințelor, cu avizul Ministerului Finanțelor, poate emite instrucțiuni care se aprobă prin ordin al ministrului.

1.2.1. Conținutul-cadru al studiului de prefezabilitate

1.2.1.1. Piesele scrise

a. Date generale:
  - denumirea obiectivului de investiții;
  - amplasamentul (județul, localitatea, strada, numărul);
  - titularul investiției;
  - beneficiarul investiției;
  - elaboratorul studiului.

b. Necesitatea și oportunitatea investiției:

• Necesitatea investiției:
- scurtă prezentare privind situația existentă, din care să rezulte necesitatea investiției;
- tabele, hărți, grafice, planșe desenate, fotografii etc., care să expliciteze situația existentă și necesitatea investiției;
- deficiențele majore ale situației actuale privind necesarul de dezvoltare a zonei;
- prognoze pe termen mediu și lung;
• Oportunitatea investiției:
- încadrarea obiectivului în politicile de investiții generale, sectoriale sau regionale;
- actele legislative care reglementează domeniul investiției, după caz;
- acorduri internaționale ale statului care obligă partea română la realizarea investiției, după caz.

c. Scenariile tehnico-economice prin care obiectivele proiectului de investiții pot fi atinse:
- scenarii propuse (minimum două);
- scenariul recomandat de către elaborator;
- avantajele scenariului recomandat.

d. Date privind amplasamentul și terenul pe care urmează să se amplaseze obiectivul de investiție
• Informații despre terenul din amplasament:
- situația juridică privind proprietatea asupra terenului care urmează a fi ocupat - definitiv și/sau temporar
- de obiectivul de investiții;
- suprafața estimată a terenului;
- caracteristicile geofizice ale terenului din amplasament determinate în baza studiului geotehnic realizat special pentru obiectivul de investiții privind:
• zona seismică de calcul și perioada de colț;
• datele preliminare asupra naturii terenului de fundare și presiunea convențională;
• nivelul maxim al apelor freatice;
- studiile topografice preliminare;
- datele climatice ale zonei în care este situat amplasamentul.

e. Costul estimativ al investiției

f. Cheltuieli pentru elaborarea documentației tehnico-economice:
- cheltuieli pentru elaborarea documentațiilor de proiectare (studiu de prefezabilitate, studiu de fezabilitate, expertiză tehnică, proiect tehnic și detalii de execuție), după caz;
- cheltuieli pentru activitatea de consultanță și asistență tehnică;
- cheltuieli pentru obținerea avizelor și acordurilor de principiu necesare elaborării studiului de prefezabilitate;
- cheltuieli pentru pregătirea documentelor privind aplicarea procedurii pentru atribuirea contractului de lucrări și a contractului de servicii de proiectare, urbanism, inginerie, alte servicii tehnice, conform prevederilor legale (instrucțiuni pentru ofertanți, publicitate, onorarii și cheltuieli de deplasare etc.).

g. Valoarea totală estimată a investiției

h. Avize și acorduri de principiu, după caz

1.2.1.2. Piese desenate:
- plan de amplasare în zonă (1:25.000 - 1:5.000);
- plan general (1:2.000 - 1:500).

1.2.2. Conținutul-cadru al studiului de fezabilitate

1.2.2.1. Piesele scrise

a. Date generale sunt aceleași ca la studiul de prefezabilitate.

b. Informații generale privind proiectul:
- situația actuală și informații despre entitatea responsabilă cu implementarea proiectului;
- descrierea investiției:
• concluziile studiului de prefezabilitate sau ale planului detaliat de investiții pe termen lung (în cazul în care au fost elaborate în prealabil) privind situația actuală, necesitatea și oportunitatea promovării investiției, precum și scenariul tehnico-economic selectat;
• scenariile tehnico-economice prin care obiectivele proiectului de investiții pot fi atinse (în cazul în care, anterior studiului de fezabilitate, nu a fost elaborat un studiu de prefezabilitate sau un plan detaliat de investiții pe termen lung):
• scenarii propuse (minimum două);
• scenariul recomandat de către elaborator;
• avantajele scenariului recomandat;
• descrierea constructivă, funcțională și tehnologică, după caz;

c. Date tehnice ale investiției:
- zona și amplasamentul;
- statutul juridic al terenului care urmează să fie ocupat;
- situația ocupărilor definitive de teren: suprafața totală, reprezentând terenuri din intravilan/extravilan;
- studii de teren:
• studii topografice cuprinzând planuri topografice cu amplasamentele reperelor, liste cu repere în sistem de referință național;
• studiu geotehnic cuprinzând planuri cu amplasamentul forajelor, fișelor complexe cu rezultatele determinărilor de laborator, analiza apei subterane, raportul geotehnic cu recomandările pentru fundare și consolidări;
• alte studii de specialitate necesare, după caz;
- caracteristicile principale ale construcțiilor din cadrul obiectivului de investiții, specifice domeniului de activitate, și variantele constructive de realizare a investiției, cu recomandarea variantei optime pentru aprobare.

Pentru instalații este necesar să se dea: destinația, categoria de importanță și caracteristicele constructive ale clădirii, numărul de niveluri și destinația tuturor încăperilor, inclusiv dacă are sau nu subsol tehnic, tipul și structura acoperișului sau terasei, dimensiunile încăperilor și ale elementelor de construcții precum și cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristic ale clădirilor, gradul de rezistență la foc, categoria și clasa de pericol de incendiu a construcțiilor și instalațiilor, date privind caracteristicele proceselor tehnologice, spații pentru amplasarea stațiilor de pompare sau a instalațiilor de preparare a apei calde de consum, numărul total de consumatori și distribuția acestora pe sexe și categorii de vârstă.
- situația existentă a utilităților și analiza de consum:
• necesarul de utilități pentru varianta propusă promovării.

Pentru instalații de alimentare cu apă și canalizare este necesar să se dea: debitul de apă rece și caldă, presiunea necesară, regimul de furnizare a apei și calitatea apei, debitul de evacuare a apelor uzate.

Pentru instalațiile de gaze naturale este necesar să se dea: debitul de gaze naturale și presiunea necesară.
• soluții tehnice de asigurare cu utilități.

Pentru instalațiide alimentare cu apă și canalizare este necesar să se dea: parametrii apei din conducta publică sau la sursa proprie de alimentare cu apă. De asemenea este necesar să se indice cota radierului, diametrul și poziția conductelor exterioare de alimentare cu apă și canalizare.

Pentru instalațiile de încălzire este necesar să se dea: sursa de căldură și sistemul de preparare a apei calde de consum cu sau fără stocare, poziția punctului termic sau a centralei termice.

Pentru instalațiile de gaze naturale este necesar să se dea: planul de amplasare în zonă cu indicarea caracteristicelor rețelelor exterioare de gaze naturale existente (presiunea și debitul gazelor naturale, diametrul conductei etc), situația altor tipuri de rețele amplasate în zonă (cabluri electrice, conducte de alimentare cu apă și canalizare, conducte termice etc).

Pentru procesele tehnologice este necesar să se dea: date privind

caracteristicele proceselelor tehnologice, amplasarea utilajelor în cazul clădirilor de producție, ale centralelor termice, sau ale unor dotări ale clădirilor social culturale (spălătorii de rufe, bucătării mari etc)
- concluziile evaluării impactului asupra mediului.

d. Durata de realizare și etapele principale; graficul de realizare a investiției.

e. Costurile estimate ale investiției:
- valoarea totală cu detalierea pe structura devizului general;
- eșalonarea costurilor coroborate cu graficul de realizare a investiției.

f. Analiza cost-beneficiu:
- identificarea investiției și definirea obiectivelor, inclusiv specificarea perioadei de referință;
- analiza opțiunilor;
- analiza financiară, inclusiv calcularea indicatorilor de performanță financiară: fluxul cumulat, valoarea actuală netă, rata internă de rentabilitate și raportul cost-beneficiu;
- analiza economică, inclusiv calcularea indicatorilor de performanță economică: valoarea actuală netă, rata internă de rentabilitate și raportul cost-beneficiu;
- analiza de senzitivitate;
- analiza de risc.

g. Sursele de finanțare a investiției

Sursele de finanțare a investițiilor se constituie în conformitate cu legislația în vigoare și constau din fonduri proprii, credite bancare, fonduri de la bugetul de stat/bugetul local, credite externe garantate sau contractate de stat, fonduri externe nerambursabile și alte surse legal constituite.

h. Estimări privind forța de muncă ocupată prin realizarea investiției
- număr de locuri de muncă create în faza de execuție;
- număr de locuri de muncă create în faza de operare.

i. Principalii indicatori tehnico-economici ai investiției
- valoarea totală (INV), inclusiv TVA (mii lei) (în prețuri - luna, anul, 1 euro = ... lei),

din care:
- construcții-montaj (C+M);
- eșalonarea investiției (INV/C+M):
- anul I;
- anul II

.................;
- durata de realizare (luni);
- capacități (în unități fizice și valorice);
- alți indicatori specifici domeniului de activitate în care este realizată investiția, după caz.

j. Avize și acorduri de principiu
- avizul beneficiarului de investiție privind necesitatea și oportunitatea investiției;
- certificatul de urbanism;
- avize de principiu privind asigurarea utilităților (energie termică și electrică, gaz metan, apă-canal, telecomunicații etc.);
- acordul de mediu;
- alte avize și acorduri de principiu specifice.

1.2.2.2. Piese desenate:
- plan de amplasare în zonă (1:25000 - 1:5000);
- plan general (1: 2000 - 1:500);
- planuri și secțiuni generale de arhitectură, rezistență, instalații, inclusiv planuri de coordonare a tuturor specialităților ce concură la realizarea proiectului;
- planuri speciale, profile longitudinale, profile transversale, după caz.

1.2.3. Conținutul-cadru al documentației de avizare a lucrărilor de intervenții

1.2.3.1. Piesele scrise

a. Datele generale sunt aceleași ca la studiul de prefezabilitate.

b. Descrierea investiției:
- situația existentă a obiectivului de investiții:
  - starea tehnică, din punctul de vedere al asigurării cerințelor esențiale de calitate în construcții, potrivit legii;
  - valoarea de inventar a construcției;
  - actul doveditor al forței majore, după caz;
- concluziile raportului de expertiză tehnică/audit energetic:
  - prezentarea a cel puțin două opțiuni;
  - recomandarea expertului/auditorului energetic asupra soluției optime din punct de vedere tehnic și economic, de dezvoltare în cadrul documentației de avizare a lucrărilor de intervenții.

c. Date tehnice ale investiției:
- descrierea lucrărilor de bază și a celor rezultate ca necesare de efectuat în urma realizării lucrărilor de bază;
- descrierea, după caz, a lucrărilor de modernizare efectuate în spațiile consolidate/reabilitate/reparate;
- consumuri de utilități:
  - necesarul de utilități rezultate, după caz în situația executării unor lucrări de modernizare;
  - estimări privind depășirea consumurilor inițiale de utilități.

d. Durata de realizare și etapele principale:
- graficul de realizare a investiției.

e. Costurile estimative ale investiției:
- valoarea totală cu detalierea pe structura devizului general;
- eșalonarea costurilor coroborate cu graficul de realizare a investiției.

f. Indicatori de apreciere a eficienței economice:
- analiza comparativă a costului realizării lucrărilor de intervenții față de valoarea de inventar a construcției.

g. Sursele de finanțare a investiției

Sursele de finanțare a investiției se constituie în conformitate cu legislația în vigoare și constau în fonduri proprii, credite bancare, fonduri de la bugetul de stat/bugetul local, credite externe garantate sau contractate de stat, fonduri externe nerambursabile și alte surse legal constituite.

h. Estimări privind forța de muncă ocupată prin realizarea investiției:
- număr de locuri de muncă create în faza de execuție;
- număr de locuri de muncă create în faza de operare.

i. Principalii indicatori tehnico-economici ai investiției:
- valoarea totală (INV), inclusiv TVA (mii lei) (în prețuri - luna, anul, 1 euro =..... lei),

din care:
- construcții-montaj (C+M);
- eșalonarea investiției (INV/C+M):
- anul I;
- anul II;

.................;
- durata de realizare (luni);
- capacități (în unități fizice și valorice);
- alți indicatori specifici domeniului de activitate în care este realizată investiția, după caz.

j. Avize și acorduri de principiu:
- certificatul de urbanism;
- avize de principiu privind asigurarea utilităților (energie termică și electrică, gaz metan, apă-canal, telecomunicații etc.);
- acordul de mediu;
- alte avize și acorduri de principiu specifice tipului de intervenție.

1.2.3.2. Piese desenate:
- plan de amplasare în zonă (1: 25000-1:5000);
- plan general (1: 2000-1:500);
- planuri și secțiuni generale de arhitectură, rezistență, instalații, inclusiv planuri de coordonare a tuturor specialităților ce concură la realizarea proiectului;
- planuri speciale, profile longitudinale, profile transversale, după caz.

1.2.4. Proiectul tehnic

Proiectul tehnic se elaborează pe baza studiului de fezabilitate aprobat și conține :

a) Părțile scrise:
- borderou și foaie cu responsabilități (lista de semnături);
- memoriu tehnic;
- breviar de calcul
- caiete de sarcini;
- liste cu cantități de lucrări (antemăsurători), liste cu cantități de echipamente, inclusiv dotările și specificații tehnice;
- graficul de realizare a lucrărilor.

b) Părțile desenate:
- schemele funcționale (schema stației de pompare, schema coloanelor de alimentare cu apă și canalizare, schema izometrică a instalațiilor de gaze etc);
- planurile instalației, cu amplasarea rețelelor interioare, a obiectelor sanitare și a echipamentelor;
- planul rețelelor exterioare de alimentare cu apă si canalizare, de gaze de fluide tehnologice etc.

1.2.5. Detalii de execuție

Detaliile de execuție se elaborează pe baza proiectului tehnic avizat de beneficiar, după stabilirea executantului și a furnizorilor (producătorilor) echipamentelor și materialelor de instalații, în urma licitației de execuție.

Detaliile de execuție pentru instalații sanitare din clădiri și de alimentare cu apă și canalizare din ansambluri de clădiri și pentru instalațiile de gaze sau tehnologice trebuie să conțină următoarele documentații:

a) Părțile scrise:
- borderou și foaie cu responsabilități (lista de semnături);
- memoriu tehnic;
- instrucțiuni de exploatare și de reglare;
- graficul cu fazele determinante pentru controlul calității execuției;
- graficul de realizare a lucrărilor.

b) Părțile desenate:
- schemele funcționale;
- planurile instalației, cu rețelele interioare, obiectele sanitare și a echipamentelor;
- planul și profilul longitudinal al rețelelor exterioare de alimentare cu apă și canalizare;
- secțiuni și detalii de montaj;
- detalii de execuție pentru elementele instalației (suporți, pozarea aparaturii de măsură și control etc.).

1.2.6. Cartea construcției

Proiectul de execuție al instalației sanitare din clădiri și de alimentare cu apă și canalizare din ansambluri de clădiri, proiectul de execuție a instalațiilor de alimentare cu gaze naturale și instalațiile tehnologice (proiectul tehnic, detaliile de execuție, dispozițiile de șantier) se cuprind în Cartea tehnică a construcției, deținută de proprietar.

În cartea construcției se cuprind toate procesele verbale pentru lucrări ascunse.

Cartea construcției este pusă la dispoziția beneficiarului prin grija căruia se completează cu toate lucrările care se fac pe parcursul funcționării construcției și a instalațiilor aferente.

În cazul lucrărilor de reabilitare sau de modernizare a construcțiilor și a instalațiilor aferente, în cazul în care nu există cartea construcției, se face obligatoriu releveul construcțiilor și a instalațiilor aferente.

1.3. Încadrarea obiectivelor de investiții publice pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice, în sistemele de lucrări hidroedilitare și de gaze ale localităților

1.3.1. Autorizația de construire

Reprezintă actul eliberat de primăria municipiului, orașului sau comunei (în funcție de importanța construcției și de amplasament), pe baza căruia se asigură aplicarea măsurilor legale referitoare la amplasarea, proiectarea, executarea și funcționarea instalațiilor respective.

Cererea de eliberare a autorizației de construire trebuie însoțită de un certificat de urbanism emis de către organele competente, cu respectarea următoarelor reglementări de urbanism și amenajare a teritoriului;
- *Regulamentul general de urbanism;*
- *Planul urbanistic general (PUG) și Planul urbanistic zonal (PUZ);*
- *Planul urbanistic de detaliu (PUD);*
- *Regulamentul local de urbanism.*

Aceste documente se elaborează de către arhitecți și specialiști în plan general, cu participarea inginerilor de instalații.

1.3.2. Planurile urbanistice: PUG și PUZ

Stabilesc soluțiile generale de alimentare cu apă, canalizare și gaze naturale, din perspectiva dezvoltării localității în ansamblul ei.

Planul urbanistic de detaliu (PUD) stabilește condițiile de amplasare și de execuție pe un anumit teren a unuia sau mai multor obiective cu destinație precizată, ținând seama de particularitățile generate de teren, de vecinătățile acestuia și de cerințele funcționale.

1.3.3. Avize și acorduri

Realizarea obiectivelor de investiții pentru instalații de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice este condiționată de obținerea unor avize și acorduri, dintre care, cele mai importante sunt:

Certificatul de urbanism, care cuprinde elemente privind regimul juridic, economic și tehnic al terenurilor și construcțiilor și este emis de către primării sau prefecturi, după caz;

- *Acordul energetic,* pentru utilizarea gazelor naturale pentru instalațiile de încălzire a locuințelor individuale (centrală termică sau sobe), pentru producerea apei calde de consum și pentru aparatele de utilizare din bucătăriile clădirilor de locuit.
- *Acordul de mediu, sau Autorizația de mediu,* care stabilește condițiile de realizare a obiectivului de investiții din punct de vedere al impactului asupra mediului și este eliberat de Agenția pentru Protecția Mediului pe baza unui studiu de impact asupra mediului;
- Avize și acorduri pentru racordarea și/sau coordonarea rețelelor de alimentare cu apă, canalizare, energie termică, energie electrică, telecomunicații etc., eliberate, după caz, de regiile sau agenții economici care asigură utilitățile respective;
- Avizul Inspectoratului General al Corpului Pompierilor Militari, privind încadrarea în legislația siguranței la foc a obiectivelor respective de instalații și construcții;
- Alte avize și acorduri (protecția sanitară, protecția muncii etc.).

1.4. Cerințele esențiale de calitate și criteriile de performanțe pentru instalațiile sanitare, de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice

Proiectarea și executarea instalațiilor sanitare, de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice, se face astfel încât acestea să realizeze și să mențină, pe întreaga durată de utilizare, următoarele cerințe esențiale de calitate (conform Legii nr. 10 / 1995 și Legii nr. 123/2007):

A – rezistență mecanică și stabilitate;
B – siguranță în exploatare;

C – securitatea la incendiu;
D – igienă, sănătatea și mediul;
E – economia de energie și izolarea termică;
F – protecția împotriva zgomotului.

Criteriile de performanță pentru realizarea acestor cerințe sunt sistematizate și prezentate, detaliat, în „GHIDUL DE PERFORMANȚE PENTRU INSTALAȚII SANITARE".

Proiectele de instalații sanitare și de gaze se verifică pentru toate cerințele de calitate și pentru toate categoriile de construcții de verificatori atestați de MLPTL pentru specialitatea instalații sanitare I_s, respectiv gaze I_g.

1.5. Reglementări tehnice specifice pentru instalații sanitare, de alimentare cu apă, canalizare, gaze naturale și fluide tehnologice

Proiectarea, executarea, montarea, exploatarea și postutilizarea acestor instalații se efectuează în conformitate cu reglementările tehnice specifice, cuprinse în:

- acte legislative (legi, decrete, hotărâri și ordonanțe guvernamentale);
- normative de proiectare și executare, respectiv de exploatare a instalațiilor;
- ghiduri, regulamente, instrucțiuni;
- standarde;

Datorită numărului relativ mare de reglementări tehnice specifice acestui domeniu de instalații, în continuare, se vor menționa cele mai importante:

- Norme tehnice de proiectare și realizare a construcțiilor, privind protecția la acțiunea focului, P 118;
- Normativ pentru proiectarea antiseismică a construcțiilor de locuințe, social-culturale, agrozootehnice și industriale, P 100;
- Norme tehnice I.S.C.I.R.;
- Legea nr. 50 / 1991 privind autorizarea executării construcțiilor;
- Regulament de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, nr. 273 / 1994;
- STAS 1478 – Instalații sanitare. Alimentarea cu apă la construcții civile și industriale. Prescripții fundamentale de proiectare;
- STAS 1795 – Instalații sanitare. Canalizarea interioară. Prescripții fundamentale de proiectare.

I. Instalații sanitare

Capitolul 2

Instalații de alimentare cu apă

2.1. Surse de alimentare cu apă

Apa constituie unul din elementele care condiționează desfășurarea vieții oamenilor și intervine ca un factor determinant în aproape toate procesele tehnologice.

Sursele de apă din natură trebuie să asigure alimentarea cu apă, din punct de vedere cantitativ și calitativ, a consumatorilor din centrele populate, industriale și agrozootehnice.

Principalele surse de alimentare cu apă sunt:

- **de suprafață:** râuri, fluvii, lacuri, mări și oceane;
- **subterane:** straturi acvifere și izvoare; apele subterane provin din infiltrația directă a precipitațiilor atmosferice, din infiltrația apelor de suprafață prin malurile permeabile ale râurilor și lacurilor și din condensarea vaporilor de apă în porii rocilor subterane. Apele subterane pot circula fie prin porii nisipurilor și pietrișurilor formând straturi acvifere continue, fie prin fisurile rocilor calcaroase formând straturi acvifere discontinue.

Apele provenite din aceste două surse se deosebesc din punct de vedere atât cantitativ cât și calitativ. Astfel, calitatea apelor subterane permite, adesea, utilizarea lor directă ca ape potabile sau industriale, pe când apele de suprafață necesită o tratare prealabilă datorită unui anumit grad de impurificare. Totodată însă, numărul surselor subterane este cu mult mai mic decât al celor de suprafață, de aceea, primele sunt utilizate, în principal, pentru alimentarea cu apă potabilă, iar ultimele atât pentru alimentarea cu apă potabilă, cât mai ales pentru alimentarea cu apă industrială.

Pentru alimentarea cu apă a centrelor populate sau industriilor se efectuează calcule tehnico-economice comparative pentru diferite surse posibile, avându-se în vedere:

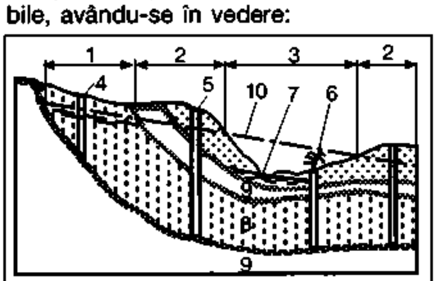


Fig. 2.1.1. Profil hidrologic:
1- strat de apă cu nivel liber (freatic); 2 - strat de apă cu nivel ascendent; 3 - strat de apă arteziană; 4 - puț în strat freatic; 5 - puț în strat ascendent; 6 - puț artezian; 7 - râu; 8 - strat permeabil; 9 - strat impermeabil; 10 - linia piezometrică.

- asigurarea cantităților de apă necesare, conform regimului de variație al folosințelor;
- asigurarea calității apei cu tratările necesare;
- eficiența economică maximă a instalațiilor, atât din punctul de vedere al investiției cât și al exploatării;
- satisfacerea creșterii ulterioare a cantităților și calităților de apă necesare;
- asigurarea unei funcționări continue, pentru a nu dăuna proceselor tehnologice sau vieții și activității oamenilor din centrele populate și industriale.

Calculele tehnico-economice se completează cu studii de teren care se compun din: studii hidrologice, topometrice, meteorologice, geologice, geotehnice, studii asupra factorilor care pot influența calitatea apei, studii asupra consumatorilor care ar putea utiliza aceeași sursă de apă și altele.

Studiul surselor de apă de suprafață trebuie să stabilească următoarele date în vederea proiectării și executării captărilor:

- condițiile fizico-geografice ale bazinului hidrografic în amonte și în zona amplasamentului captării;
- debitele și nivelurile minime și maxime de vară și de iarnă corespunzătoare asigurărilor normate ale folosințelor de apă;
- regimul aluviunilor, dinamica albiei, fenomenele de eroziune și depunere etc.;
- calitatea apei la diferite niveluri ale apei (mici, mijlocii sau mari).

Studiul surselor de apă subterană trebuie să stabilească următoarele date:

- debitul de apă subterană;
- calitatea apei;
- măsurile pentru evitarea antrenării nisipului fin din strat și a colmatării construcțiilor de captare sau a coroziunii acestora.

Sursele de apă subterană sunt examinate cu ajutorul profilului hidrogeologic (fig. 2.1.1) și se disting:

- *surse de apă subterană cu nivel liber,* când la executarea unui foraj apa rămâne la nivelul la care a fost întâlnită;
- *surse de apă subterană sub presiune,* când la executarea unui foraj apa se ridică la un nivel superior celui la care a fost întâlnită. Stratul de apă subterană sub presiune se numește artezian, dacă apa din foraj se ridică,

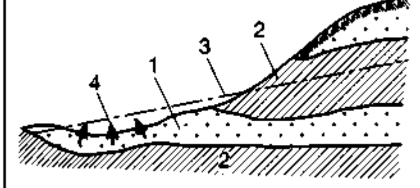


Fig. 2.1.2. Izvor ascendent:
1 - strat acvifer; 2 - strat impermeabil; 3 - linie piezometrică; 4 - izvor ascendent.

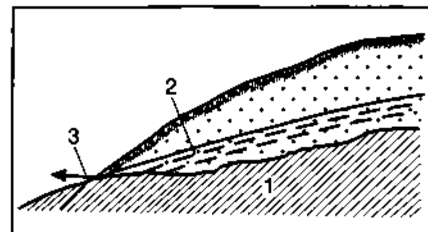


Fig. 2.1.3. Izvor descendent:
1 - strat de bază impermeabil; 2 - strat de apă subterană; 3 - izvor descendent.

liber, la suprafață, și ascendent, când nivelul apei în foraj rămâne sub nivelul terenului.

În anumite condiții hidrogeologice, apa subterană poate ieși la suprafața terenului sub formă de izvoare, care sunt preaplinuri ale apelor freatice. Izvoarele pot fi: ascendente (fig. 2.1.2) când presiunea apei subterane este mai mare decât presiunea la ieșire, stratul acvifer fiind cuprins între două straturi impermeabile, sau descendente (fig. 2.1.3) când stratul acvifer susținut de un strat impermeabil iese la suprafață.

Sursele de apă sunt supuse unei protecții calitative și cantitative contra influenței factorilor exteriori, care ar putea produce infestarea (contaminarea) apei sau reducerea debitului acestora. Sunt instituite două zone de protecție calitativă pentru sursele de alimentare cu apă și anume: zona de protecție cu regim sever împrejmuit, pe teritoriul căreia sunt interzise: accesul persoanelor care nu au nimic comun cu exploatarea alimentării cu apă, lucrările agricole, accesul animalelor etc. și zona de restricție care cuprinde teritoriul ce înconjoară zona de regim sever, delimitată astfel încât să evite contaminarea bacteriană sau impurificarea chimică în urma folosirii terenului aferent. Protecția calitativă se completează cu protecția cantitativă, evitându-se micșorarea debitului surselor prin captări suplimentare care nu au fost considerate inițial în studiul surselor de alimentare cu apă a centrelor populate sau industriale.

2.2. Cantitatea și calitatea de apă necesară pentru diferite folosințe

2.2.1. Structura, normele generale și variația consumului de apă

2.2.1.1 Structura consumului de apă

Structura consumului de apă din clădirile și ansamblurile de clădiri de locuit, social-culturale, industriale și agricole, cuprinde categoriile:

- *menajer,* pentru satisfacerea nevoilor gospodărești zilnice ale oamenilor (băut, prepararea hranei, spălatul cor-

pului, al rufelor și al vaselor etc.);
- *industrial*, apa putând fi utilizată ca materie primă, înglobându-se în produsul finit (realizarea unor soluții, paste, ca solvent etc.); ca apă de răcire sau ca agent termic (apă caldă pentru încălzirea centrală, apă fierbinte, abur de presiune joasă, medie sau înaltă); ca mijloc de transport pentru diferite materiale; ca mijloc de sortare și spălare (în industria minereurilor) etc.;
- *pentru cerințe zootehnice* (adăparea animalelor, spălarea grajdurilor etc.);
- *pentru cerințe publice* (spălatul și stropitul străzilor și spațiilor verzi, fântâni publice și ornamentale, spălarea canalizărilor etc.);
- *pentru combaterea incendiilor* (alimentarea cu apă a hidranților exteriori, a hidranților interiori sau a instalațiilor cu sprinklere, drencere sau pulverizatoare);
- *tehnologic pentru sistemul de alimentare cu apă* (spălarea filtrelor, decantoarelor, dezintegratoarelor, pregătirea soluțiilor de reactivi chimici etc.).

2.2.1.2 Normele consumului de apă

Cantitățile de apă pentru satisfacerea consumului, precum și variațiile acestuia, în perioada de exploatare, constituie pentru sistemele de alimentare și distribuție a apei un element fundamental, de care depinde, în mare măsură, alegerea soluțiilor tehnice, privind: sursa de alimentare cu apă, procesul tehnologic de tratare a apei, transportul și înmagazinarea apei, precum și schema de distribuție a apei la consumator. Instalațiile exterioare și interioare de alimentare cu apă pentru clădirile de locuit, social-culturale, industriale și agrozootehnice, comportă cheltuieli de investiții foarte mari, astfel că, determinarea judicioasă a consumului și a cantității de apă necesare asigură și condiționează eficiența economică în timp a acestor investiții. Totodată, analiza superficială a variației și creșterii consumului de perspectivă poate duce la necesitatea unor lucrări ulterioare, suplimentare, costisitoare, prezentând și riscul de a nu se putea încadra din punct de vedere funcțional în sistemul de alimentare cu apă realizat inițial.

Ca urmare, cantitățile de apă necesare pentru satisfacerea consumului menajer, industrial sau pentru combaterea incendiilor sunt normate (STAS 1478 și STAS 1343).

Pentru determinarea cantităților de apă necesare, se utilizează frecvent următoarele noțiuni: necesarul specific de apă, necesarul de apă și cerința de apă.

• **Necesarul specific de apă** este cantitatea de apă (considerată ca valoare medie) pentru o zi, raportat la unitatea de folosință (consumator) și se exprimă, după caz, în l/om.zi, l/m². zi, l/ha. zi, l/animal. zi etc.

- Necesarul specific de apă rece și caldă pentru consum menajer (exprimat în l/om. zi) în funcție de destinațiile clădirilor este normat (STAS 1478).

Durata efectivă a perioadei de consum, în ore, se stabilește pentru fiecare caz în parte, în funcție de regimul de funcționare a instalațiilor de alimentare cu apă din clădirea respectivă.

- Necesarul specific de apă pentru consum tehnologic, exprimat în m³ sau l de apă pentru fabricarea unei unități de produs sau pentru un agregat, în unitatea de timp, depinde de:
- natura produsului;
- caracterul procesului tehnologic;
- tipul utilajelor și gradul de uzură al acestora;
- condițiile de exploatare a utilajelor și, respectiv, a instalației de alimentare cu apă;
- alte condiții locale.

În general, necesarul specific de apă pentru consum tehnologic depinde de rețetele tehnologice ale produselor respective și se urmărește atât încadrarea lor în normele internaționale cât și reducerea lor prin retehnologizarea industriei. Când astfel de norme nu sunt precis stabilite, necesarurile specifice de apă pentru consum tehnologic se stabilesc, prin analogie, cu procesele tehnologice similare cunoscute, sau prin măsurători directe.

- Necesarul specific de apă pentru combaterea incendiilor se stabilește în funcție de destinația și categoria de importanță a clădirii, natura materialelor, densitatea sarcinii termice, tipul instalației utilizate etc.

După felul armăturilor de serviciu cu care sunt echipate, instalațiile de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor pot fi cu: hidranți exteriori, hidranți interiori, sprinklere, drencere, pulverizatoare etc. Fiecare tip de armătură se caracterizează printr-un anumit debit specific [l/s], realizat la o anumită presiune disponibilă sau de serviciu [Pa sau bar].

Pentru combaterea incendiilor se prevede o anumită rezervă de apă stocată în rezervoare (rezervă intangibilă), al cărei volum se determină în funcție de tipul instalațiilor alimentate și de durata de calcul (teoretică) de funcționare a acestora, în caz de incendiu.

Stabilirea tipurilor de instalații de alimentare cu apă rece, pentru combaterea incendiilor, ce urmează a fi montate în clădiri, depinde de: destinația clădirii (de locuit, social-culturală, industrială etc.), mărimea clădirii (volumul construit și numărul de etaje), numărul de persoane, gradul de rezistență la foc și categoria de pericol de incendiu a clădirii, importanța clădirii sau a bunurilor și materialelor adăpostite în clădiri, precum și de alți factori tehnici sau economici.

Dotarea diferitelor categorii de clădiri și a instalațiilor tehnologice cu instalații de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor se bazează pe normele legale de prevenire și stingere a incendiilor.

• **Necesarul de apă** reprezintă cantitatea de apă care trebuie furnizată unei folosințe în punctele de utilizare, astfel încât procesele în care este folosită să fie satisfăcute în mod rațional. Debitul necesarului de apă (exprimat în m³/s, m³/h sau, ca debit zilnic, în m³/zi ori, ca debit lunar, în m³/lună) conține atât debitul de apă ce se consumă și nu mai revine în rețeaua de canalizare, cât și debitul de apă ce se restituie după ce este utilizată. La determinarea necesarului de apă se ține seama dacă sunt sau nu introduse anumite restricții. Necesarul de apă cu restricții se definește ca fiind cantitatea de apă care trebuie furnizată în punctele de utilizare, astfel încât procesele în care este folosită să fie satisfăcute în mod rațional, cu recircularea și reutilizarea internă maximă, cu micșorarea sau oprirea activităților auxiliare sau mai puțin importante, pe perioade scurte de timp.

• **Cerința de apă** reprezintă cantitatea de apă care trebuie preluată din sursă pentru a satisface necesarul de apă, în mod rațional, cu recircularea și reutilizarea internă optimă, fără diminuarea producției, precum și pentru acoperirea pierderilor de apă în aducțiuni și rețeaua de distribuție și a nevoilor tehnologice ale sistemului de alimentare cu apă și canalizare (spălarea aducțiunilor, rețelei de distribuție, rețelei de canalizare, a stațiilor de tratare și epurare a apei, pentru evacuarea zăpezii etc.). La determinarea cerinței de apă se ține seama (ca și la necesarul de apă) dacă sunt sau nu introduse restricții. Cerința de apă se exprimă prin debitul de calcul corespunzător perioadei de compensare internă a folosinței, care este intervalul de timp (zi, săptămână, lună) în care, natura folosinței și capacitățile de înmagazinare ale sistemului de alimentare cu apă permit funcționarea folosinței ca o cerință constantă. Perioada de compensare internă trebuie să fie de cel puțin 24 ore, în afară de cazurile speciale, în care perioadele de compensare respective trebuie justificate tehnic și economic.

Cerințele de apă trebuie satisfăcute la sursă, cu o anumită probabilitate, exprimată prin gradul de asigurare. *Gradul de asigurare al unei folosințe* reprezintă probabilitatea ca debitul sursei, în secțiunea de preluare a apei, să fie egal sau nu mai mare decât debitul

cerinței de apă. Se deosebesc trei forme de exprimare a gradului de asigurare a unei folosințe de apă și anume: după frecvență, după durată sau după volum. Fiecare dintre aceste trei forme ține seamă de regimul hidrologic variabil al sursei de alimentare cu apă.

2.2.1.3 Variația consumului de apă

Cantitatea de apă consumată în clădiri este variabilă în timp și depinde de următorii factori:
- structura consumului de apă, corelată cu destinația (categoria) clădirii (de locuit, social-culturală, industrială, agrozootehnică);
- gradul de confort;
- numărul total de consumatori și repartiția lor pe sexe și categorii de vârstă;
- regimul de funcționare al instalațiilor, care poate fi continuu sau intermitent (după un anumit program);
- gradul de deschidere a armăturii (robinet, baterie amestecătoare de apă rece cu apă caldă etc.) montată la punctul de consum al apei;
- alți factori de importanță locală.

• **Variația debitului de apă rece pentru consum menajer.** Debitul de apă rece, consumată în clădiri, la punctele de utilizare, variază în timp între o valoare minimă (în cursul zilelor de iarnă) și o valoare maximă (în cursul zilelor de vară), după o curbă care, în general, nu poate fi exprimată printr-o funcție analitică. Asemenea curbe de variație zilnică sau orară a debitului de apă consumată în scopuri menajere se pot trasa pe baza datelor înregistrate de contoarele de apă (apometre) și se numesc *cronograme de consum.*

Din analiza cronogramelor se deduc valorile maxime zilnice sau orare, ale debitului de apă consumată în scopuri menajere, și se definesc valorile medii zilnice sau orare ale acestuia. Cu cât debitul mediu zilnic de apă menajeră, dintr-o clădire, este mai mare, cu atât diferențele între debitul maxim zilnic și cel minim zilnic sunt mai mici.

Se definește coeficientul de variație a debitului zilnic de apă menajeră K_{zi} ca raportul între debitul maxim zilnic $\dot{V}_{max\ zi}$ și debitul mediu zilnic $\dot{V}_{med\ zi}$:

$$K_{zi} = \frac{\dot{V}_{max\ zi}}{\dot{V}_{med\ zi}} \qquad (2.2.1)$$

unde:

$$\dot{V}_{max\ zi} = K_{zi} \dot{V}_{med\ zi} \qquad (2.2.2)$$

Întrucât $\dot{V}_{max\ zi} > \dot{V}_{med\ zi}$, evident $K_{zi} > 1$ și cu cât:

$K_{zi} \to 1$ - cu atât debitul de apă consumat în clădiri este mai uniform în timp.

Debitul de apă menajeră este variabil însă chiar în cursul aceleeași zile, atingând valoarea maximă la anumite ore din zi și valoarea minimă noaptea, astfel că apare necesitatea de a defini un coeficient de variație a debitului orar, ca raportul între debitul maxim orar $\dot{V}_{o\ max}$ și debitul mediu orar $\dot{V}_{o\ med}$:

$$K_o = \frac{\dot{V}_{o\ max}}{\dot{V}_{o\ med}} \qquad (2.2.3)$$

de unde se deduce:

$$\dot{V}_{o\ max} = K_o \dot{V}_{o\ med} \qquad (2.2.4)$$

Ca și coeficientul K_{zi}, coeficientul $K_o > 1$ și cu cât $K_o \to 1$ cu atât debitul orar de apă menajeră este mai uniform în timp.

Cunoașterea debitului maxim zilnic este necesară la dimensionarea volumului rezervoarelor de înmagazinare a apei, iar a debitului maxim orar, la dimensionarea instalațiilor de ridicare a presiunii apei și a instalațiilor de preparare a apei calde de consum.

• **Variația debitului de apă caldă de consum.** În condițiile furnizării intermitente a apei calde de consum (între anumite ore din timpul zilei), se constată că debitul este, practic, constant pe duratele perioadelor de consum. Din măsurătorile experimentale efectuate pe instalații aflate în exploatare, s-a constatat o creștere a debitului de apă caldă consumată, în regim de furnizare intermitentă, comparativ cu regimul de furnizare continuu.

• **Variația debitului de apă rece pentru consum tehnologic.** În funcție de natura procesului tehnologic, debitele de apă pot fi constante pe întreaga durată a procesului tehnologic, constante pe schimburi de producție, dar diferite ca valoare de la un schimb la altul sau variabile cu caracter aleator.

2.2.2. Normele de calitate ale apei necesare pentru diferite folosințe

Apa necesară alimentării instalațiilor din clădiri trebuie să aibă o anumită calitate, exprimată prin ansamblul proprietăților sale fizice, chimice, bacteriologice, organoleptice etc. Calitatea apei este diferită în funcție de scopul în care este utilizată. Astfel, pentru consumul menajer, pentru prepararea produselor alimentare, pentru adăparea animalelor etc., apa trebuie să îndeplinească condițiile de potabilitate, pe când apa necesară pentru răcirea agregatelor, pentru spălarea materialelor etc., poate fi nepotabilă, dar trebuie să îndeplinească condițiile de calitate cerute de tehnologia de fabricație.

• **Proprietățile fizice principale ale apei** sunt: tulbureala, culoarea, temperatura, conductivitatea electrică și radioactivitatea.

Tulbureala sau *turbiditatea apei* se măsoară în grade pe scara silicei, un grad de tulbureală corespunzând, prin comparație, unei emulsii etalon având 1 mg pulbere de silice fin divizată sau de caolin la 1 dm^3 de apă distilată. Apa este potabilă dacă are cel mult 5 grade de tulbureală. Inversul tulburelii este *limpezimea* sau *limpiditatea* apei.

Culoarea apei se exprimă, de asemenea, în grade și se determină prin comparație cu o soluție etalon în scara platino-cobalt. Soluția care conține 500 mg platină și 241 mg cobalt la 1 dm^3 de apă distilată sub formă de cloroplatinat de potasiu și clorură de cobalt hidratată, reprezintă etalonul de 500 de grade de culoare. Treptele scării culorii se deduc din această soluție, prin diluare, un grad de culoare corespunzând la 1 mg de platină la 1 dm^3 de apă distilată.

Temperatura apelor naturale variază în funcție de proveniența lor (de suprafață sau subterană), după climă și anotimp. Astfel, apele subterane de mică adâncime (10-30 m sub nivelul terenului) au temperatura cuprinsă între 8 și 10 °C, iar pe măsură ce adâncimea crește, temperatura crește cu câte 1 °C la fiecare 33-35 m (gradientul geotermic). Apele de suprafață au temperaturi cuprinse între 0 °C (iarna) și 25-26 °C (vara) urmărind, în general, variația temperaturii aerului atmosferic. Apa potabilă trebuie să aibă o temperatură cuprinsă între 7 și 15 °C.

Conductivitatea electrică este proprietatea apei de a permite trecerea curentului electric. Conductivitatea electrică a apei crește odată cu conținutul ei în substanțe dizolvate. De regulă, se determină *rezistivitatea electrică* a apei care se măsoară în [Ω] și care este inversul conductivității. Variația bruscă a rezistivității indică apariția unei surse de infecție a apei.

Radioactivitatea este proprietatea apei de a emite radiații permanente corpusculare (α, β) sau electromagnetice (γ). Concentrațiile admisibile de radiații se exprimă în [μC/ml] (microcurie pe mililitru); 1 Curie reprezintă $3{,}7 \cdot 10^{10}$ atomi de radiu dezintegrați pe secundă care corespund unui gram de radiu.

• **Proprietățile chimice ale apei** se exprimă cu ajutorul următorilor indicatori globali: reziduul fix, reacția apei, duritatea, substanțele organice și conținutul în gaze. Compoziția chimică a apei se determină prin analiza chimică cantitativă și calitativă.

Conținutul de substanțe în suspensie [mg/l], exprimă gradul de impurificare a apei cu substanțe solide insolubile.

Reziduul fix exprimat în mg/dm^3 cuprinde toate substanțele minerale și organice aflate în soluție și se obține încălzind 1 l apă perfect limpede (după ce, în prealabil, s-au separat prin filtrare suspensiile din apă), până la temperatura de 105 °C și la o presiune mai mare decât presiunea atmosferică, având loc evaporarea completă

a apei. Dacă reziduul fix obținut este supus, în continuare, încălzirii la temperaturi mari, substanțele organice ard și se obține reziduul la roșu, care reprezintă numai conținutul în substanțe minerale, dizolvate, exprimat în mg/dm³. În general, reziduul fix are valori între 200 și 300 mg/dm³; apele cu reziduu fix mai mare de 1000 mg/dm³ intră în categoria apelor minerale.

Reacția apei este în funcție de substanțele minerale și organice dizolvate și poate fi: acidă, alcalină sau neutră. Calitativ, reacția apei se poate determina cu ajutorul reactivilor (fenolftaleină, metiloranj etc.) care schimbă culoarea soluției după tipul reacției. Cantitativ, reacția apei se exprimă cu ajutorul cologaritmului concentrației ionilor de hidrogen în 1 l apă, notată cu *pH*; dacă $pH = 7$ reacția este neutră, $pH > 7$ reprezintă reacția alcalină și $pH < 7$ reacția acidă. Apele naturale, potabile, au $pH = 6...8{,}5$. Practic, limitele de variație ale pH-ului sunt între 0 și 14.

Duritatea apei este proprietatea care i-o conferă apei compușii de calciu și magneziu aflați în soluție (carbonați, sulfați, azotați, cloruri, fosfați, silicați etc.). Duritatea totală D_T a apei este concentrația totală de ioni de calciu și de magneziu care se găsesc în soluție, exprimată în unități echivalente („echivalent–gram", simbol val, cu submultiplu mval:

$$D_T = D_{Ca} + D_{Mg} \text{ [mval/l]} \qquad (2.2.5)$$

în care:

D_{Ca} - este duritatea sărurilor de calciu, datorită concentrației ionilor de calciu care se găsesc în soluție, iar

D_{Mg} - duritatea sărurilor de magneziu, datorită concentrației ionilor de magneziu din soluție.

Duritatea totală D_T se compune din duritatea temporară D_t echivalentă bicarbonaților și carbonaților care prin fierberea apei precipită și duritatea permanentă D_p:

$$D_T = D_t + D_p \qquad (2.2.6)$$

În practică, duritatea apei se exprimă în unități convenționale numite *grade*; în țara noastră se folosește gradul de duritate [°d] echivalent gradului german căruia îi corespund 10 mg CaO/l, adică 0,357 mval/l.

Alte grade de duritate sunt:
- gradul francez (10 mgCaCO³/l), respectiv 0,200 mval/l;
- gradul englez (14,29 mgCaCO³/l), respectiv 0,285 mval/l;
- gradul SUA (1 mgCaCO³/l), respectiv 0,20 mval/l.

Relația de transformare din mval/l în grade de duritate este: 1 mval/l corespunde la 2,8 °d.

Apa potabilă trebuie să aibă o duritate permanentă de cel mult 12 °d și o duritate totală de cel mult 20 °d. Peste aceste limite, apa se digeră greu. În generatoarele de abur (cazane) și în schimbătoarele de căldură, apa dură produce cruste de carbonat de calciu care, pe de-o parte, micșorează schimbul de căldură (randamentul termic) și, pe de altă parte, datorită coeficientului lor de dilatare mult diferit de cel al oțelului, poate duce la explozia cazanelor. De aceea, cazanele se alimentează, obligatoriu, cu apă dedurizată.

Alcalinitatea totală a apei este dată de concentrația totală de hidroxizi, carbonați, bicarbonați, fosfați și alți anioni ai acizilor slabi în soluție, exprimată în unități echivalente [mval/l].

Substanțele organice dizolvate în apă provin din resturi de plante și animale și se determină, global, prin tratarea apei cu substanțe oxidante cum sunt: permanganatul de potasiu ($KMnO_4$) sau cromatul de potasiu ($KCrO_4$). Conținutul de substanțe organice din apă se exprimă în mg/dm³ $KMnO_4$ consumat pentru oxidarea lor; soluția centinormată de $KMnO_4$ care conține 1/100 $KMnO_4$ și 1/104 H_2SO_4 are o culoare roșie-violet care, în contact cu substanțele organice, se decolorează deoarece se consumă oxigenul prin oxidarea lor.

Gazele conținute în apă provin atât prin dizolvare cât și prin contactul apei cu atmosfera sau cu emanațiile de gaze din subsol. Astfel, 1 dm³ de apă conține, în medie, 24...40 cm³ aer dizolvat.

• **Proprietățile bacteriologice** ale apei influențează asupra calității sale, prin concentrațiile bacteriilor din apă și prin natura acestora. De aceea, analiza biologică se completează cu analiza bacteriologică, deoarece în apă sunt unele microorganisme (bacterii, microbi) care nu pot fi observate decât la ultramicroscop. Bacteriile din apă pot fi: *banale*, care nu au nici o influență asupra organismului omenesc și care se exprimă prin numărul total de germeni la 1 cm³ de apă și *patogene*, cum este bacilul coli, prezent în apele contaminate și care în anumite concentrații produce îmbolnăvirea oamenilor.

• **Proprietățile organoleptice ale apei** sunt gustul și mirosul și se determină cu ajutorul simțurilor, de către personal specializat (degustători) pe baza unei scări cu șase gradații:

1 - inodor (insipid);
2 - foarte slab;
3 - slab;
4 - perceptibil;
5 - pronunțat;
6 - foarte pronunțat.

Gustul și mirosul depind de cantitatea și natura substanțelor dizolvate în apă. Apa, chimic, pură este fadă. Pentru ca apa să fie potabilă nu trebuie să depășească gradația 2.

• **Calitatea apei potabile sau industriale** se determină prin analiza unor mostre de bază, efectuate în laboratoare speciale.

Probele de apă, preluate pentru analiză, trebuie să permită efectuarea tuturor determinărilor necesare stabilirii proprietăților fizice, chimice, biologice, bacteriologice și organoleptice pentru ca rezultatele să fie corecte și concludente. În acest scop, probele de apă trebuie să îndeplinească următoarele condiții:
- să fie omogene și reprezentative (mostre caracteristice) pentru întreaga cantitate de apă considerată; astfel, la apele de suprafață, la care calitatea variază sensibil în timp și în spațiu, probele se iau la intervale determinate de timp și din curentul principal;
- să nu-și schimbe compoziția în timpul transportului sub influența factorilor atmosferici, a presiunii, temperaturii etc. sau împrumutând unii indicatori de la aparatura sau vasele folosite (care trebuie să fie sterilizate în prealabil).

Pentru analiza chimică, sunt necesari 1...2 dm³ de apă, iar pentru analiza proprietăților fizice, 20...30 dm³ de apă. Pe sticla cu mostra de apă se lipește o etichetă pe care se notează: sursa, locul, data luării probei, numele persoanei care a recoltat mostra, dacă există bănuieli de contaminare.

După efectuarea analizelor, laboratoarele eliberează buletine de analiză ale probelor de apă, care trebuie interpretate. În acest scop se compară, la fiecare indicator, rezultatele analizelor cu limitele admisibile impuse de normele de calitate și dacă rezultă că toate caracteristicile apei sunt în limitele admisibile, apa se consideră corespunzătoare, din punct de vedere calitativ, scopului pentru care urmează a fi folosită. În timpul exploatării, în instalațiile centrale de alimentare cu apă, se verifică periodic constanța calității.

2.2.3. Procesele și instalațiile principale pentru corectarea calității apei

Apele din surse de suprafață și uneori cele subterane nu au calități corespunzătoare pentru utilizare ca apă potabilă sau industrială, de aceea trebuie să fie corectate în instalații de tratare sau de îmbunătățire a calității.

Protecția calității apei, pe întreg itinerarul, de la captare la utilizatori, contribuie direct la satisfacerea cerinței de calitate privind igiena, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului.

Procesele principale de corectare a calității apei, precum și construcțiile și instalațiile care le realizează efectiv, sunt următoarele:
- sedimentarea folosind deznisipatoare și decantoare;
- coagularea folosind instalații pentru prepararea și dozarea coagulantului, cu camere de amestec și camere de reacție;

- filtrarea biologică prin filtre lente și rapide;
- dezinfectarea cu instalații de dezinfectare cu clor, fluor etc.;
- corectarea proprietăților organoleptice ale apei, folosind filtre cu cărbune activ;
- reducerea durității apei, prin procedee chimice, fizice sau combinate.

2.2.4. Gestiunea și tarifarea consumului de apă

Gestiunea consumului de apă cuprinde sistemele de:
- contorizare, adică de măsurare și înregistrare a consumului de apă;
- tarifare a consumului de apă.

În gestiunea consumului de apă sunt implicați atât producătorii și distribuitorii de apă, cât și consumatorii.

Gestiunea consumului de apă se realizează printr-un sistem coerent de contorizare, în secțiunile de control ale instalațiilor de alimentare cu apă rece și respectiv, apă caldă de consum. Sistemul de tarifare a consumului de apă, trebuie să fie stimulativ pentru consumatori, în scopul reducerii pierderilor și risipei de apă și să asigure rentabilizarea producerii și distribuției apei la consumatori.

2.2.5 Soluții pentru tratarea apei.

Deoarece calitatea apelor provenite din orice sursă, subterană sau de suprafață, nu îndeplinește parametrii ceruți de către utilizatori, folosirea unor instalații de corectare precum cele produse de GRUENBECK va duce la îmbunătățirea funcționării instalațiilor industriale sau a calității apei potabile.

Deasemenea, depunerile de calciu au loc în cantitate mai mare dacă apa este încălzită, depozitele din conducte duc la blocarea acestora, pierderi de energie și debit, distrugerea conexiunilor. Pentru evitarea coroziunii în conducte, a depunerilor și a prelungirii duratei de funcționare a sistemelor, GRUENBECK prin SOMMERING INSTALL propune utilizarea:
- Filtrelor de apă GENO®- cu rezultate remarcabile de peste 25 ani;
- Instalații de dedurizare a apei ce funcționează în baza principiului schimbării de ioni și protecție anticalcar tip GENO-K4;
- Instalația de dozare EXADOS ce oferă protecție anticorozivă și împotriva depunerilor de calcar prin dozarea unor substanțe minerale;
- Dezinfecție cu raze ultra-violete tip GENO-BREAK și ultra-sunete pentru combaterea legionelei, fără folosirea substanțelor chimice;
- Sisteme de osmoză inversă pentru producerea apei purificate în industria farmaceutică sau a apei purificate demineralizate GENOR-OSMO-MSR;
- Filtre pentru pisicine corelate cu echipamente pentru recircularea apei.

2.3. Sisteme și scheme generale de instalații de alimentare cu apă

2.3.1. Soluții privind sistemele și schemele generale de alimentare cu apă

Sistemul de alimentare cu apă reprezintă totalitatea construcțiilor și instalațiilor utilizate pentru satisfacerea necesarului de apă al centrelor populate și industriale și se compune din: captarea apei, instalațiile pentru corectarea calității sau tratarea apei, transportul (aducțiunea), înmagazinarea, pomparea și distribuția apei.

Captarea cuprinde construcțiile și instalațiile necesare colectării apei din sursele naturale și deci nu poate lipsi din nici un sistem de alimentare cu apă. Apele preluate din surse naturale sunt tratate în instalații speciale de corectare a caracteristicilor calitative ale apei pentru a corespunde scopurilor în care sunt utilizate.

Între captare și instalațiile de tratare, apa este transportată prin aducțiuni sau apeducte care sunt constituite din conducte și canale.

Consumul de apă din clădiri fiind variabil în timp, pentru compensarea zilnică a debitelor de consum cu cele de alimentare, se prevăd rezervoare în care se înmagazinează o anumită cantitate de apă. Rezervoarele pot fi comune, pentru stocarea rezervelor de apă necesare consumului menajer, tehnologic și pentru combaterea incendiilor, sau, uneori, numai pentru unele dintre acestea. Dacă relieful permite, rezervoarele de înmagazinare se pot amplasa la înălțime (castele de apă), pentru a asigura astfel și pre-

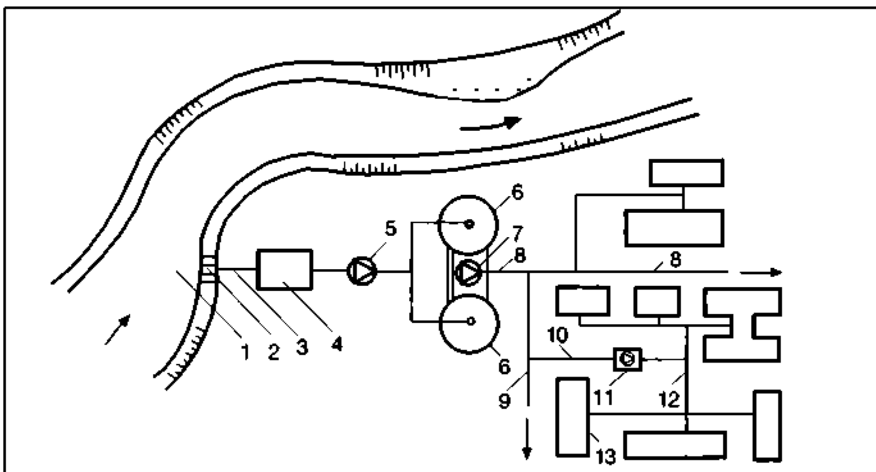


Fig. 2.3.1. Schema generală de alimentare cu apă a unui centru populat:
1 - râu; 2 - captare; 3 - aducțiune; 4 - stație de tratare a apei; 5 - stație de pompare a apei; 6 - rezervoare de acumulare (înmagazinare) a apei cuplate cu stație de pompare; 7 - stație de pompare; 8 - conductă magistrală (arteră); 9 - conductă de serviciu (conductă publică); 10 - conductă de branșament; 11 - stație de repompare a apei; 12 - rețea exterioară de distribuție a apei din ansamblul de clădiri; 13 - clădire.

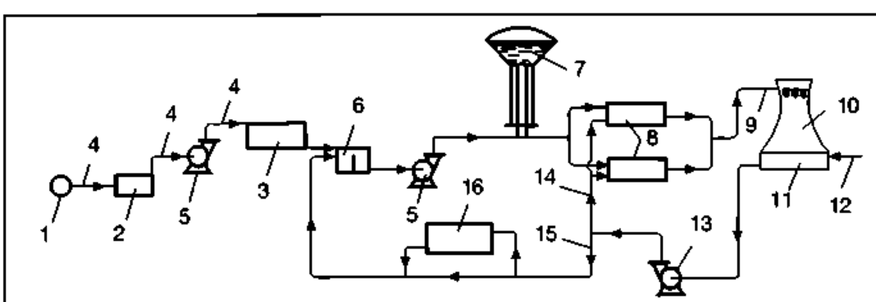


Fig. 2.3.2. Schema generală a unui sistem de alimentare cu apă a unităților industriale:
1 - sursă de alimentare cu apă; 2 - captare; 3 - instalație de tratare a apei; 4 - construcții și instalații de aducțiune a apei; 5 - stație de pompare a apei; 6 - rezervor de acumulare (înmagazinare) a apei; 7 - castel de apă; 8 - agregate industriale în care apa este utilizată pentru realizarea proceselor tehnologice; 9 - conductă de apă caldă; 10 - turn de răcire a apei; 11 - bazinul turnului de răcire; 12 - conductă pentru apă de adaos; 13 - pompă de circulație; 14 și 15 - conducte de apă recirculată; 16 - stația de tratare a apei recirculate.

siunea în rețeaua de distribuție. Rezervoarele sunt obligatorii în orice schemă de alimentare cu apă.

În sistemul de alimentare cu apă, stațiile de pompare se prevăd ori de câte ori este necesar; de exemplu: între captare și stația de tratare a apei, dacă aceasta din urmă este amplasată la o cotă mai ridicată decât captarea; în rețeaua de distribuție etc. Stațiile de pompare pot fi cuplate cu rezervoarele de acumulare a apei.

În centrele populate și în industrii, alimentarea cu apă este realizată printr-o rețea compusă din conducte magistrale (artere) și conducte de serviciu (conducte publice), la care sunt racordate branșamentele consumatorilor.

Regimul de presiune al apei din conductele magistrale (stabilit în funcție de înățimile clădirilor, de lungimea rețelei, de debitele și presiunile necesare la consumatori) este asigurat de stațiile de pompare orășenești, care funcționează interconectate în sistem.

Pentru alimentarea cu apă a consumatorilor din clădirile de locuit, social-culturale și unele unități industriale, se prevăd stații de repompare a apei (stații de hidrofor, grupuri de pompe cu turație variabilă, pompe cuplate cu rezervoare de înălțime etc.), racordate la conductele publice, prin conducte de branșament.

Schemele caracteristice pentru alimentarea cu apă a centrelor populate și a industriilor prezintă anumite particularități, ce depind de: natura sursei de apă, relieful terenului, debitele, presiunile și calitățile apei necesare la consumatori, regimul de funcționare al consumatorilor etc. În fig. 2.3.1 se prezintă o schemă generală de alimentare cu apă a unui centru populat, iar în fig. 2.3.2, a unităților industriale, în care, o parte din debitul total de apă este recirculat în sistem, după o tratare prealabilă.

Schemele generale de alimentare cu apă pot cuprinde toate elementele arătate în fig. 2.3.1 și 2.3.2, sau numai o parte din acestea, în funcție de condițiile specifice locale sau rezultând din calcule tehnico-economice.

În cadrul unei scheme de alimentare cu apă trebuie realizată gruparea diferitelor elemente componente (captarea cu stația de tratare a apei; rezervoarele de înmagazinare a apei cu stația de pompare; stația de hidrofor cu punctul termic pentru prepararea apei calde de consum etc.), ceea ce conduce la economii de investiții și simplificarea exploatării instalațiilor.

2.3.2. Criterii de clasificare și condiții de realizare a instalațiilor de alimentare cu apă din ansambluri de clădiri

Instalațiile de alimentare cu apă din ansambluri de clădiri se compun din re-

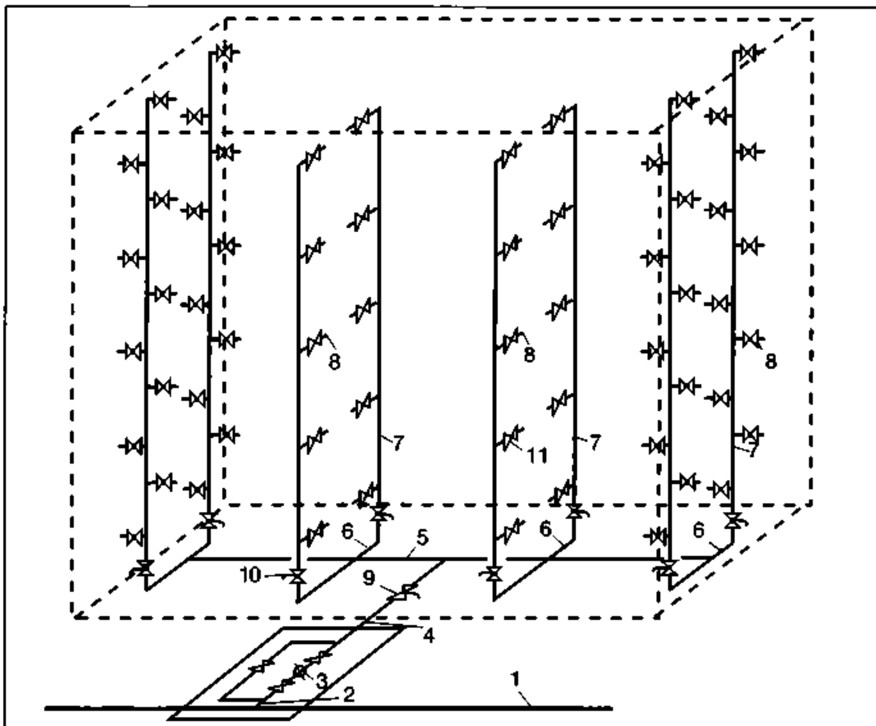


Fig. 2.3.3. Schema izometrică a instalației de alimentare cu apă rece cu distribuție inferioară:
1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri; 2 - conductă de racord; 3 - contor; 4 - conductă de racord la conducta de distribuție; 5 - conductă de distribuție inferioară; 6 - ramificație spre coloană; 7 - coloană; 8 - legătură la armăturile obiectelor sanitare; 9 - robinet de închidere cu golire pe racord; 10 - robinet de închidere cu golire pe coloană; 11 - robinet de închidere pe legătura la obiecte sanitare.

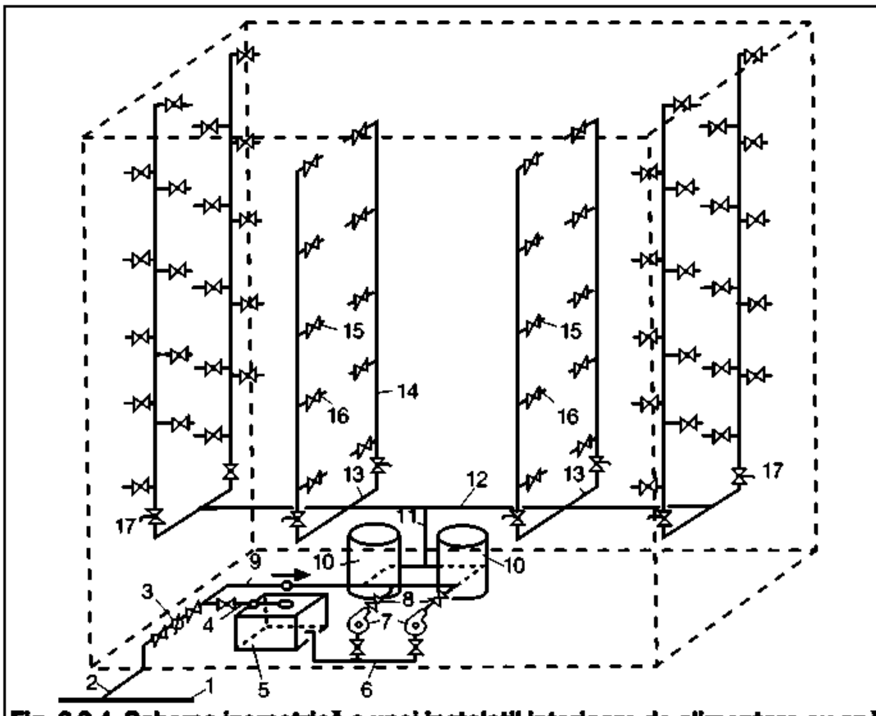


Fig. 2.3.4. Schema izometrică a unei instalații interioare de alimentare cu apă rece cu distribuție inferioară și stație proprie de ridicare a presiunii:
1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri; 2 - conductă de racord; 3 - contor; 4 - robinet cu plutitor; 5 - rezervor tampon; 6 - conductă de aspirație a pompelor; 7 - pompă; 8 - conductă de refulare a pompelor; 9 - conductă de ocolire; 10 - recipient hidropneumatic; 11 - conductă de legătură dintre recipientele hidropneumatice și conducta de distribuție; 12 - conductă de distribuție inferioară; 13 - ramificație spre coloană; 14 - coloană; 15 - legătura la armăturile obiectelor sanitare; 16 - robinet de închidere pe conducta de legătură; 17 - robinet de închidere cu golire.

țele exterioare, inclusiv instalațiile de ridicare a presiunii apei reci, racordate la conductele publice ale sistemului de alimentare cu apă a localității sau la sursele proprii, prin conducte de branșament și instalațiile din interiorul clădirilor.

• După parametrii apei din conducta publică în punctul de racord, instalațiile de distribuție a apei din clădiri pot fi racordate la conducte publice:
- direct sau funcționând sub presiunea apei din conducta publică, (fig. 2.3.3);
- prin intermediul instalației de ridicare a presiunii apei (fig. 2.3.4);
- prin intermediul instalației de pompare cu rezervor de înălțime (fig. 2.3.5).

Pentru simplificarea desenelor, în fig. 2.3.3, 2.3.4 și 2.3.5, au fost prezentate numai instalațiile de alimentare cu apă rece.

• După scopul întrebuințării apei, instalațiile interioare pot fi pentru:
- consum menajer;
- distribuția apei industriale;
- combaterea incendiilor (instalații cu hidranți interiori, cu sprinklere, drencere sau alte capete de debitare a apei).

• După numărul de rețele de distribuție a apei ținând seamă și de natura consumului, instalațiile interioare pot fi cu:
- o rețea pentru satisfacerea tuturor nevoilor de consum al apei (menajer, industrial, de incendiu);
- rețele comune pentru anumite consumuri (de exemplu: rețea comună pentru consumul menajer și pentru incendiu, rețea comună pentru consumul tehnologic și pentru incendiu etc.);
- rețele separate (distincte) pentru fiecare fel de consum.

• După forma rețelei de distribuție, instalațiile interioare sunt:
- ramificate (sau arborescente);
- inelare;
- mixte.

• După poziția de montare (de amplasare) în clădire a conductelor principale de distribuție, instalațiile pot fi cu distribuție:
- inferioară, cu conducte montate în subsol (dacă există), în canale tehnice circulabile sau în canale vizitabile, practicate sub pardoseala parterului;
- superioară, cu conductele montate sub planșee, pe grinzi, stâlpi etc.;
- mixtă, parțial inferioară și parțial superioară.

• După regimul de presiune a apei, instalațiile interioare pot fi cu:
- o zonă de presiune;
- două sau mai multe zone de presiune; o zonă de presiune este limitată la 6 bar, considerată rezistența maximă admisibilă a materialelor din care sunt executate conductele sau armăturile instalației interioare.

• După temperatura apei, instalațiile interioare sunt pentru:
- apă rece;
- prepararea și alimentarea cu apă caldă de consum.

• Pentru realizarea unei instalații interioare de alimentare cu apă se ține seama de următoarele elemente principale:
- caracteristicile consumatorilor de apă din clădire și anume:
  * natura, cantitatea și variația consumului de apă;
  * calitatea apei pentru consum;
  * regimul necesar de alimentare cu apă: continuu sau intermitent;
- caracteristicile hidraulice (debitul, presiunea de serviciu), regimul de furnizare a apei (continuu sau intermitent) și calitatea apei furnizată de conducta publică sau de sursele proprii;
- destinația și caracteristicile constructive ale clădirii:
  * de locuit, cu sau fără subsol tehnic, sau numai cu canale tehnice vizitabile sau nevizitabile etc.;
  * social-culturale: teatre, cinematografe, case de cultură, spitale, săli de sport, stadioane, gări etc., la care se impun anumite condiții de confort sau cerințe de estetică;
  * industriale: hale de producție, ateliere, garaje etc., la care, de regulă, pardoseala este ocupată de mașini și utilaje, astfel că, cel mai des, se adoptă soluția distribuției superioare a rețelei.

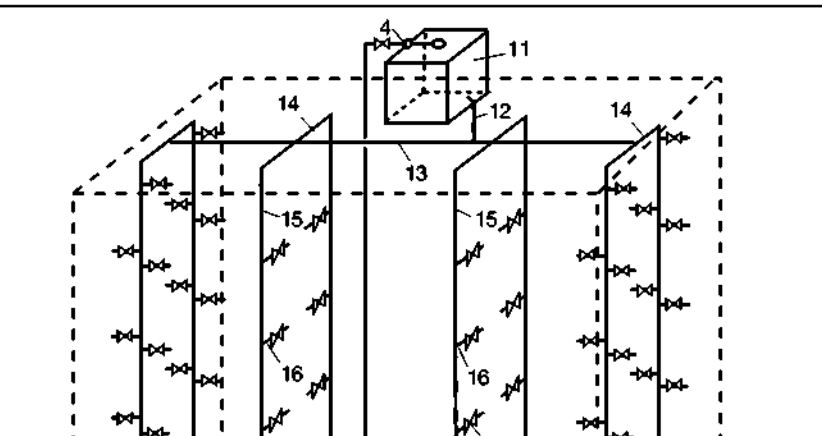


Fig. 2.3.5. Schema a unei instalații interioare de alimentare cu apă rece, cu distribuție superioară:
1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri; 2 - conductă de racord; 3 - contor; 4 - robinet cu plutitor; 5 - rezervor tampon; 6 - conductă de aspirație a pompelor; 7 - pompă; 8 - conductă de refulare a pompelor; 9 - conductă de ocolire; 10 - coloană de alimentare cu apă a rezervorului de înălțime; 11 - rezervor de înălțime; 12 - conductă de alimentare de la rezervorul de înălțime; 13 - conductă de distribuție superioară; 14 - ramificație spre coloană; 15 - coloană; 16 - legătură la armăturile obiectelor sanitare; 17 - robinet de închidere pe conducta de legătură.

În afara criteriilor arătate, la realizarea instalațiilor de alimentare cu apă se au în vedere calcule tehnico-economice, care urmăresc realizarea unui cost total anual minim de investiție și de exploatare a instalațiilor.

Astfel, pentru clădirile de locuit și pentru majoritatea clădirilor social-culturale, se adoptă instalații cu distribuție inferioară ramificată, comună pentru consum menajer și incendiu, pe când la clădirile industriale, la care, pentru anumite procese tehnologice se poate utiliza apă nepotabilă, eventual din surse proprii (de suprafață, de adâncime sau recirculate), se adoptă instalații cu rețele separate pentru consum menajer, tehnologic și pentru incendiu.

Când consumatorii industriali necesită un regim continuu (fără nici un fel de întreruperi) în alimentarea cu apă, se prevăd rețele inelare de distribuție.

În cazul clădirilor înalte, se preconizează soluția alimentării cu apă pe zone de presiune, prevăzându-se etaje tehnice în care se montează conductele de distribuție și instalațiile necesare ridicării presiunii apei pentru zonele superioare.

Fig. 2.4.1. Principalele semne convenționale pentru instalațiile sanitare de alimentare cu apă și canalizare.

Fitinguri și piese fasonate	Schemă
Reducție (cu mufă)	
Cot sau curbă cu flanșe cu $30^\circ<\alpha<90^\circ$	
Curbă de etaj cu mufă	
Teu cu flanșe	
Cruce cu flanșe	
Ramificație simplă cu mufă și flanșe $30^\circ<\alpha<90^\circ$	
Ramificație dublă cu mufă $30^\circ<\alpha<90^\circ$	
Capac (căciulă) la conducte	
Piese de curățire	
Sifon tip U: - în plan	
- în schemă	
Căciulă de protecție contra ploii	
Susțineri pentru conducte	**Schemă**
Suport simplu	
Suport simplu pentru montajul mobil al conductei	
Punct fix	
Compensatoare de dilatare	**Schemă**
Compensator tip U	
Compensator liră	
Compensator telescopic	
Armături	**Schemă**
Robinet cu ventil, drept	
Robinet cu ventil, drept cu dispozitiv de golire	
Robinet cu ventil, de colț	
Robinet cu ventil, cu 3 căi	
Robinet cu sertar (vană)	
Agregate și aparate	**Schemă**
Manonetru cu cadran	
Debitmetru, contor	

Armături	Schemă
Robinet cu cep (cana) drept	
Robinet cu cep (cana) drept cu dispozitiv de golire	
Robinet de reglare cu clapetă	
Robinet cu ventil, de colț, de siguranță cu contragreutate	
Reductor de presiune	
Robinet de reținere: - cu ventil	
- cu clapă	
Sorb simplu	
Sorb cu clapă	
Sorb cu ventil	
Modul de acționare a armăturii	**Schemă**
Acționare manuală (obișnuit nu se indică)	
Acționare cu contragreutate	
Acționare cu arc	
Acționare cu plutitor	
Modul de îmbinare a armăturii	**Schemă**
Îmbinare cu mufă	
Îmbinare cu filet	
Îmbinare prin sudură (lipire)	
Îmbinare cu flanșe	
Agregate și aparate	**Schemă**
Pompă centrifugă	
Pompă manuală	
Compresor de aer	
Schimbător de căldură prin suprafață fără acumulare	
Schimbător de căldură prin suprafață cu acumulare (boiler)	
Schimbător de căldură cu plăci	
Termometru cu bulb	
Termometru cu cadran	

Fig. 2.4.1. Principalele semne convenționale pentru instalațiile sanitare de alimentare cu apă și canalizare (continuare)

Obiecte sanitare	Plan	Schemă
Lavoar		
Chiuvetă		
Spălător dublu		
Spălător cu platformă		
Cadă de baie dreptunghiulară		
Cadă de duș		
Cazan de baie cu duș		
Cazan de baie cu vas de rupere a presiunii		
Bideu		
Pisoar		
Vas de closet		
Vas de closet cu tălpi		
Rezervor de closet		
Mașină de gătit pentru apartament		

Armături de serviciu	Plan	Schemă
Robinet cu ventil simplu serviciu		
Robinet cu ventil dublu serviciu		
Baterie de amestec		
Baterie de amestec de baie cu duș și tijă fixă		
Baterie de amestec de baie cu duș și tijă flexibilă		

Armături ptr. combaterea incendiilor și stropitul spațiilor verzi	Plan	Schemă
Sprinkler		
Drencer		
Hidrant subteran de incendiu		
Robinet de incendiu interior		
Hidrant de grădină		

Conducte	în planuri de construcții	în planuri de situație coordonare
Conductă apă rece potabilă		—AR—
Conductă apă caldă		—AC—
Conductă de circulație apă caldă		—ACC—
Canale sau conducte canalizare ape pluviale		-≻-CP-≻-
Canale sau conducte de canalizare menajeră unitară		—CM— —CU—
Conducte apă pentru combaterea incendiilor		

Conducte	Culori convenționale
Apă rece	Albastru
Apă caldă	Rosu
Canalizare	Cafeniu
Incendiu	Rosu aprins

Indicații de prezentare a conductelor	Schemă
Sensul de circulație a fluidului	
Panta conductei	
Încrucișare de conducte fără legătură	
Ramificații de conducte în planuri orizontale diferite	∇0.70 ∇0.50 ∇0.30
Ramificații de conducte în același plan orizontal	∇0.50 ∇0.50 ∇0.50
Schimbare de niveluri pe traseu rectiliniu	∇0.50 ∇0.40

Îmbinări de conducte	Schemă
Îmbinare cu mufă	
Îmbinare cu flanșe la conducte	
Îmbinare cu filet la conducte (la schimbări de diametre)	
Îmbinare cu sudură la conducte (la schimbări de diametre)	

Fitinguri și piese fasonate	Schemă
Mufă dublă	
Mufă de trecut pe tub	

2.4. Instalații interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer

Instalațiile interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer (băut, gătit, spălat etc.) au rolul de a asigura alimentarea cu debitul și presiunea de utilizare necesare a tuturor punctelor de consum al apei (robinete sau baterii amestecătoare de apă rece cu apă caldă de consum, montate la obiectele sanitare) din clădirile de locuit, social-culturale sau din grupurile sanitare ale clădirilor industriale.

2.4.1. Soluții constructive și scheme ale instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și caldă pentru consum menajer

Instalațiile interioare de alimentare cu apă rece și, respectiv apă caldă pentru consum menajer, cuprind: rețele de conducte; fitinguri; armături montate pe rețelele de conducte; obiecte sanitare și accesoriile acestora; armăturile obiectelor sanitare.

De regulă, pentru clădirile de locuit se adoptă rețele cu distribuție inferioară, cu conductele amplasate în subsoluri sau în canale tehnice circulabile.

În trecut, majoritatea instalațiilor sanitare se proiectau și executau fără contorizare, și consumul de apă se stabilea în sistem paușal, pe baza unor norme stabilite de furnizorul apei sau pe baza prevederilor din STAS 1478. În cazul sistemului paușal, indiferent de consumul de apă se considera un consum normat de persoană și în general cu mult mai mare decât consumul real. Sistemul paușal conducea la o atitudine de indiferență față de pierderile de apă sau față de risipa apei.

Contorizarea consumului de apă caldă și de apă rece se poate face în sistem colectiv pentru întreaga clădire, bloc, scară de bloc sau individual la fiecare apartament, la fiecare obiect sanitar sau grupuri de obiecte sanitare.

În cazul sistemului cu contorizare colectivă, apare o diferență față de sistemul paușal, asociația de proprietari sau locatari stabilește consumul pe fiecare persoană în funcție de înregistrările contorului montat pe branșamentul clădirii/blocului sau pe fiecare scară. În acest caz, furnizorul apei nu poate încasa mai mult decât citirile contoarelor. Nici în acest caz nu se diminuează sensibil consumul specific de apă, consumatorii manifestând aceeași indiferență față de pierderile și de risipa de apă.

Numai contorizarea individuală poate conduce la diminuarea apreciabilă a consumului de apă, prin reducerea pierderilor și a risipei de apă.

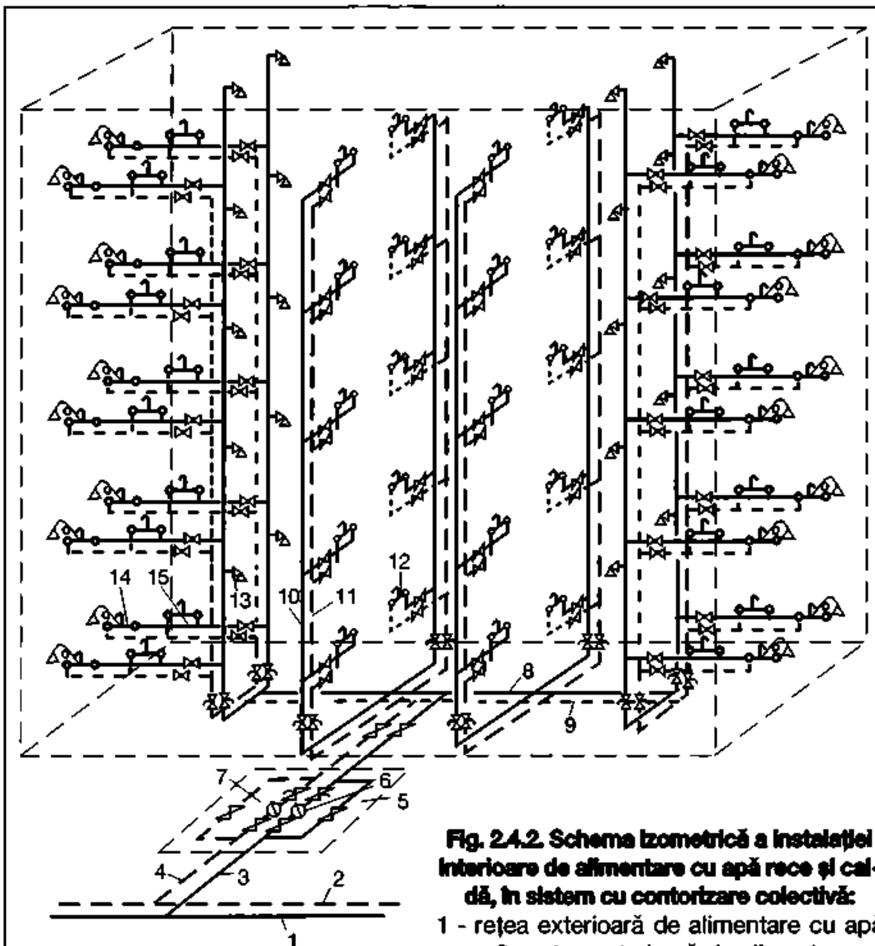


Fig. 2.4.2. Schema izometrică a instalației interioare de alimentare cu apă rece și caldă, în sistem cu contorizare colectivă: 1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece; 2 - rețea exterioară de alimentare cu apă caldă; 3 - conductă de racord pentru apă rece; 4 - conductă de racord pentru apă caldă; 5 - cămin de racord; 6 - contor exterior colectiv pentru apă rece; 7 - idem, pentru apă caldă; 8 - conductă de distribuție pentru apă rece; 9 - idem, pentru apă caldă; 10 - coloană de apă rece; 11 - idem, pentru apă caldă; 12 - baterie de spălător; 13 - robinet colțar de closet; 14 - baterie de baie; 15 - baterie de lavoar.

Prezentarea în planuri și scheme a instalațiilor sanitare se face prin folosirea semnelor convenționale conform STAS 185/1...6.

La stabilirea semnelor convenționale s-a ținut seamă de urmatoarele principii:
- să fie cât mai simple pentru a fi ușor de memorat;
- să sugereze pe cât posibil partea de instalație care se reprezintă prin semnul convențional;
- să se admită același semn convențional pentru diferite instalații, ținând seama de faptul ca posibilitățile de reprezentare sunt limitate.

Existența acelorași semne convenționale pentru instalații diferite nu poate conduce la confuzii deoarece atât pe planuri cât și în scheme, semnele convenționale se utilizează cu legăturile respective la instalațiile care le cuprind.

În fig. 2.4.1. sunt prezentate principalele semne convenționale utilizate pentru elaborarea planurilor și schemelor instatatiilor sanitare.

2.4.1.1 Rețele interioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă de consum, în sistem cu contorizare colectivă

Rețelele de conducte de distribuție a apei reci și respectiv, a apei calde de consum se compun din (fig. 2.4.2):

- *conducte principale de distribuție*; în funcție de condițiile constructive ale clădirii, acestea se pot monta în subsol, canale tehnice etc. (*distribuție inferioară*) sau la partea superioară a clădirii, suspendate sub planșee, pe grinzi, stâlpi etc. *(distribuție superioară)*. În clădirile de locuit și în majoritatea clădirilor social-culturale, se adoptă, în general, instalații interioare de alimentare cu apă cu distribuție inferioară, cu conductele principale de distribuție montate în subsoluri sau în canale tehnice vizitabile. În clădirile industriale, în care pardoseala este ocupată de mașini și utilaje, instalațiile interioare de alimentare cu apă sunt cu distribuție superioară, soluție care asigură protecția rețelei de conducte la solicitările mecanice provocate de vibrațiile mașinilor și utilajelor respective.

Pentru contorizarea cantităților de apă

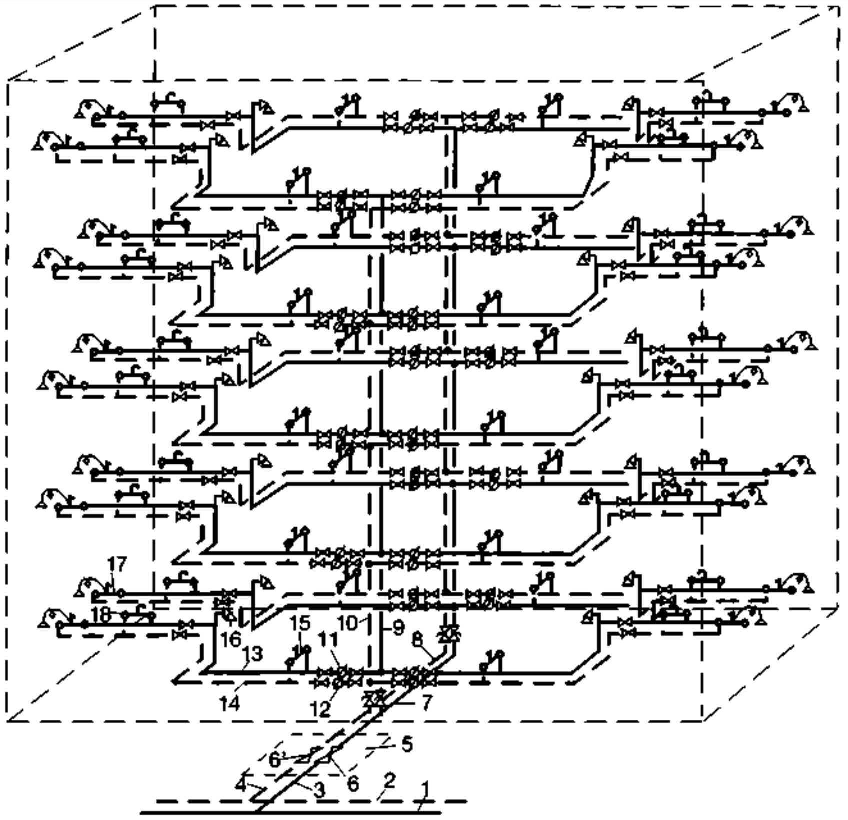


Fig. 2.4.3. Schema izometrică a instalației interioare de alimentare cu apă rece și caldă, cu contorizare individuală (pe apartament):
1 - rețea exterioară de alimentare cu apă rece; 2 - rețea exterioară de alimentare cu apă caldă; 3 - conductă de racord pentru apă rece; 4 - conductă de racord pentru apă caldă; 5 - cămin de racord; 6 - robinet de închidere din exterior a racordului de apă rece; 6' - robinet de închidere din exterior a racordului pentru apă caldă; 7 - conductă de distribuție pentru apă rece; 8 - conductă de distribuție pentru apă caldă; 9 - coloană pentru apă rece; 10 - coloană pentru apă caldă; 11 - contor de apartament pentru apă rece; 12 - contor de apartament pentru apă caldă; 13 - conductă orizontală de legătură pe apartament la armăturile obiectelor sanitare pentru apă rece; 14 - conductă orizontală de legătură pe apartament la armăturile obiectelor sanitare pentru apă caldă; 15 - baterie de spălător; 16 - robinet colțar pentru rezervor de closet; 17 - baterie de baie; 18 - baterie de lavoar.

rece, respectiv de apă caldă de consum, pe conductele principale de distribuție se prevăd distribuitoare, la care sunt montate contoare pe ramificațiile la fiecare scară de bloc (pentru consumul de apă în scopuri menajere din apartamentele respective) precum și, pe ramificațiile care alimentează alți consumatori (cazul blocurilor de locuințe având la parter birouri, restaurante, sedii de bănci, magazine etc.). În cazul clădirilor de locuit, individuale sau colective, contorizarea consumurilor de apă rece și respectiv, de apă caldă, se poate face pentru întreaga clădire.

Pe conductele de branșament, contoarele se montează între două robinete, din care primul este un robinet de trecere iar al doilea, un robinet de închidere care permite totodată golirea porțiunii de conductă pe care este montat apometrul;

- *coloane* alimentate cu apă din conducta principală de distribuție prin conductele de ramificație ale acesteia;
- *conducte de legătură (derivații)* de la coloane la punctele de utilizare a apei din clădire, prin care apa ajunge, din coloane, la robinetele de apă rece sau bateriile amestecătoare de apă rece și apă caldă de consum.

Între cele două instalații interioare, de distribuție a apei reci și respectiv, a apei calde de consum, singurele puncte de legătură sunt bateriile amestecătoare (montate la lavoare, căzi de baie, spălătoare de bucătărie etc.), astfel că, pentru buna funcționare a acestora (pentru realizarea amestecului de apă rece cu apa caldă de consum), este necesar ca, în aceste puncte, presiunile apei reci și apei calde de consum să fie, practic, egale.

Conductele instalației interioare de distribuție a apei reci pentru consum menajer se execută fie cu țevi din oțel zincate, fie cu țevi din materiale plastice (polietilenă de înaltă densitate, polipropilenă, policlorură de vinil (P.V.C. 60), rezistente la presiunea de regim de 6 bar și la temperaturile uzuale ale apei reci (10...15 °C) și ale apei calde de consum (55...60 °C).

Presiunea în instalațiile de alimentare cu apă se exprimă, de regulă, în scară manometrică (suprapresiune).

Conductele rețelei de alimentare cu apă caldă de consum se execută cu țevi din oțel zincate, polipropilenă sau PVC 100.

În cazul folosirii țevilor din PVC, pentru preluarea alungirilor, datorită dilatărilor pe rețea, se prevăd compensatoare de dilatare. Pe coloane, se montează lire de dilatare sau compensatoare în formă de U executate din țeavă PVC 60 de același diametru ca și coloana respectivă și montată între două puncte fixe.

Compensarea dilatării conductelor metalice se realizează în mod natural, prin schimbările de direcție ale conductelor, la ocolirea elementelor de construcții și, cu compensatoare de dilatare în cazul în care lungimea coloanelor este mai mare de 15-20 m.

Conductele de distribuție a apei reci pentru consum menajer se amplasează, de regulă, în încăperi în care temperatura nu scade sub 0 °C (limita de îngheț). Dacă condițiile constructive ale clădirii nu permit acest lucru (cazul montării conductelor în subsoluri reci, în slițurile zidurilor exterioare etc.), atunci se iau măsuri de izolare termică a acestor conducte. Materialele termoizolatoare frecvent folosite sunt: vată din sticlă, vată (pâslă) minerală, polistiren,poliuretan, așezate pe suprafața exterioară a conductelor în grosime de 30...40 mm. Protecția termoizolației se realizează cu diferite materiale ca: tablă, carton bitumat, folii sau benzi din mase plastice etc. În același mod se izolează termic și conductele de distribuție a apei calde de consum. O soluție de izolare termică a conductelor este folosirea izolațiilor prefabricate (cochilii) din spumă poliuretanică prevăzută cu un strat exterior protector.

Firma ARMACELL, produce materiale de termoizolare a conductelor din tuburi sau manșoane din poliureten expandat despicate longitudinal, care îmbracă conducta și care se strâng la capete sau din loc în loc cu brățări sau clame.

Pentru menținerea calității apei potabile este interzisă orice legătură ocazională sau permanentă între conductele instalației interioare de distribuție a apei reci pentru consum menajer și conductele de apă nepotabilă (de apă industrială, de canalizare etc.) chiar dacă se prevăd robinete de închidere (de separare) sau clapete de reținere.

2.4.1.2 Rețele interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum, în sistem cu contorizare individuală (pe apartament)

Alimentarea cu apă rece și respectiv, cu apă caldă, de consum, a apartamentelor fiecărui nivel, care sunt suprapuse pe aceeași verticală, se face prin coloa-

ne principale (fig. 2.4.3), amplasate în zona casei scării. La fiecare nivel, se prevăd nișe special amenajate sau casete prefabricate, în care se amplasează contoarele de apă rece, respectiv de apă caldă de consum. Contoarele se montează pe racordurile de alimentare cu apă rece, respectiv apă caldă de consum, ale fiecărui apartament.

Armăturile obiectelor sanitare (robinete, baterii amestecătoare) se pot racorda direct sau prin intermediul unor distribuitoare de apă rece și respectiv, de apă caldă, cu robinete principale de închidere și cu racorduri flexibile care, permit alimentarea fiecărui obiect sanitar în parte. Pe fiecare racord se montează robinete de închidere, ușor manevrabile.

Elementele componente ale instalației de alimentare cu apă caldă și apă rece prezentate la rețelele interioare în sistem cu contorizarea colectivă, sunt aceleași și la sistemul cu contorizare individuală pe apartament cu excepția coloanelor colective, a nișelor și a casetelor amplasate în casa scării în care se montează contoarele.

Sistemul cu contorizare individuală pe apartament prezintă dezavantajul existenței unor conducte orizonatale destul de lungi care se montează de obicei în plintă sau sub pardoseala încăperilor, care în caz de defecțiune inundă încăperile de dedesubt și sunt greu de depistat.

2.4.1.3. Rețele interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum, în sistem cu contorizare individuală la fiecare obiect sanitar sau grupuri de obiecte sanitare

Majoritatea clădirilor de locuit colective/blocuri de locuit au foste proiectate și executate fără sistem de contorizare cu distribuție inferioară. În momentul în care s-a pus problema contorizării, fără

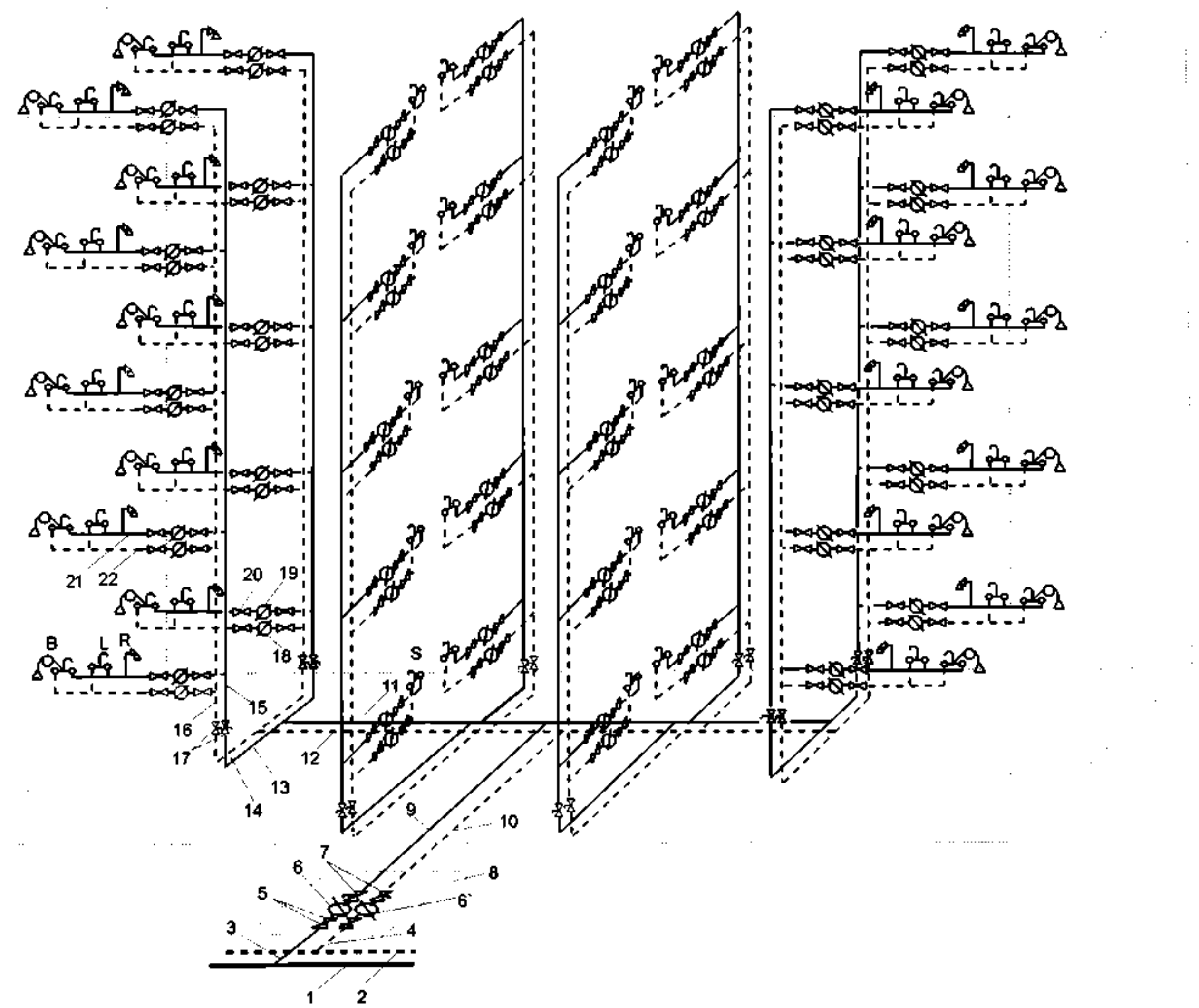


Fig. 2.4.4. Schema izometrică a instalației interioare de alimentare cu apă rece și caldă, cu contorizare individuală la fiecare obiect sanitar sau grupuri de obiecte sanitare:
1- rețea exterioară de alimentare cu apă rece; 2 – rețea exterioară de alimentare cu apă caldă; 3 – conductă de racord de la rețeaua exterioară pentru apă rece; 4 – conductă de racord de la rețeaua exterioară pentru apă caldă; 5- robinete de închidere din exterior a racordului de apă rece și a celui de apă caldă; 6 – debitmetru pentru apă rece; 6'- contor de debit și de căldură pentru apă caldă; 7 – robinete de închidere cu descărcare; 8 – cămin de racord; 9 – conducta de racord pentru apă rece; 10 – conducta de racord pentru apă caldă; 11 – conducta de distribuție, din interiorul clădirii, pentru apă rece; 12 - conducta de distribuție, din interiorul clădirii, pentru apă caldă; 13 – conductă de legătură a coloanei la conducta de distribuție de apă rece; 14 – conducta de legătură a coloanei la conducta de distribuție a apei calde; 15 – coloană de apă rece; 16 – coloană de apă caldă; 17 – robinete cu descărcare, pentru închiderea coloanelor; 18 – debitmetru pentru apă caldă; 19 – debitmetru pentru apă rece; 20 – robinet de închidere pe racordurile de apă; L – baterie de lavoar; B – baterie de baie; R – robinet pentru rezervorul de closet; S- baterie pentru spălătorul de vase.

modificari majore a instalațiilor interioare, singura soluție a fost aceea de a se face contorizarea la fiecare obiect sanitar sau grupuri de obiecte sanitare. A apărut necesitatea utilizării unui număr mai mare de contoare și de modificat legăturile la obiectele sanitare, pentru a se asigura contorizarea întregului apartament. A mai apărut necesitatea renunțării la legătura rezervoarelor de closet legate direct de la coloanele existente și prevederea unor noi coloane aparente pentru rezervoarele de înalțime sau de realizare a unei legături flexibile pentru rezervoarele montate pe vasul de closet.

Și în acest caz apare necesitatea montării contoarelor pe branșamentul clădirii/blocului sau pe branșamentele fiecărei scări și încheierea de contracte între asociațiile de proprietari/locatari și furnizorul de apă. Asociația de propietari/locatari face citirea contoarelor și defalcarea costurilor în funcție de citirea contoarelor, știut fiind faptul că suma citirii contoarelor este mai mică cu 10 - 15 % față de înregistrările contoarelor de pe branșamente.

În fig. 2.4.4. este prezentată schema izometrică a instalației de alimentare cu apă rece și apă caldă a unei scări de bloc de locuințe cu P+4 niveluri.

Elementele componente ale instalației de alimentare cu apă rece și apă caldă în sistemul cu contorizare individuală la fiecare obiect sanitar sau grupuri de obiecte sanitare din fig. 2.4.4. sunt aceleași ca la instalațiile de alimentare cu apă rece și caldă cu contorizarea pe apartament cu deosebirea locului de montare a contoarelor S-a considerat pentru simplificarea desenului schemei, ca toate rezervoarele de apă sunt montate pe vasele de closet, astfel că nu s-au reprezentat coloanele la care erau montate rezervoarele de apă de inalțime.

În cazul instalațiilor de alimentare cu apă rece și caldă în sistem de contorizare la fiecare obiect sanitar sau grupuri de obiecte sanitare se folosesc aceleași materiale ca în cazul celorlalte instalații prezentate mai înainte.

2.4.1.4 Reabilitarea și modernizarea instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum

Reabilitarea instalațiilor cuprinde ansamblul de măsuri tehnice și organizatorice destinate să readucă instalațiile respective la parametrii de funcționare pentru care au fost proiectate, în condițiile respectării prevederilor din reglementările tehnice legale. Modernizarea include reabilitarea instalațiilor, dar, cu adoptarea unor soluții noi de rețele de distribuție, cu contorizare individuală a consumurilor de apă rece și caldă și cu folosirea unor materiale și echipamente cu performanțe tehnice ridicate. Modernizarea conduce la creșterea fiabilității instalațiilor, reducerea pierderilor și a risipei de apă și creșterea gradului de confort igienico-sanitar în folosirea apei reci și calde pentru consum menajer.

Tabelul 2.4.1. Țevi din oțel sudate longitudinal pentru instalații (STAS 7656).

Diametrul nominal		Diametrul exterior teoretic	Categoria medie (M)							Categoria ușoară (U)						
			Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui	Diametrul interior	Masa liniară [kg/m]		Conținutul de apă	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui	Diametrul interior	Masa liniară [kg/m]		Conținutul de apă
[mm]	[in]	[mm]	max.	min.	[mm]	[mm]	capete netede	capete filetate cu mufe	[l/m]	max.	min.	[mm]	[mm]	capete netede	capete filetate cu mufe	[l/m]
10	3/8	17,2	17,5	16,7	2,3	12,5	0,84	-	0,12	17,4	16,7	2,0	13,2	0,74	-	0,14
15	1/2	21,3	21,8	21,0	2,6	16,2	1,21	1,22	0,21	21,7	21,0	2,3	16,7	1,08	-	0,22
20	3/4	26,9	27,3	26,5	2,6	21,7	1,56	1,57	0,37	27,1	26,4	2,3	22,3	1,39	-	0,39
25	1	33,7	34,2	33,3	3,2	27,3	2,41	2,43	0,58	34,0	33,2	2,9	27,9	2,20	2,22	0,61
32	1 1/4	42,4	42,9	42,0	3,2	36,0	3,10	3,13	1,02	42,7	41,7	2,9	36,6	2,82	2,85	1,05
40	1 1/4	48,3	48,8	47,9	3,2	41,9	3,56	3,60	1,38	48,6	47,8	2,9	42,5	3,24	3,28	1,42
50	2	60,3	60,8	59,7	3,6	53,1	5,03	5,10	2,21	60,7	59,6	3,2	53,9	4,49	4,56	2,28
65	2 1/2	76,1	76,6	75,3	3,6	68,9	6,42	6,54	3,73	76,3	75,2	3,2	69,7	5,73	5,85	3,82
80	3	88,9	89,5	88,0	4,0	80,9	8,36	8,53	5,14	89,4	87,9	3,6	81,7	7,55	7,72	5,24
100	4	114,3	115,0	113,1	4,5	105,3	12,2	12,5	8,71	114,9	113,9	4,0	106,3	10,8	11,10	8,87
125	5	139,7	140,8	138,5	5,0	129,7	16,6	-	13,2							
150	6	165,1	168,5	163,9	5,0	155,1	19,8	-	18,9							

Notă - diametrul interior, masa liniară și conținutul de apă, corespund diametrului exterior teoretic (mediu).

Pe baza Directivei 91/2002 a Parlamentului Europei, privind performanța energetică a clădirilor, Parlamentul României a aprobat Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor. Pe baza Legii nr. 372, s-a elabo-

Tabelul 2.4.2. Țevi din oțel sudate longitudinal pentru construcții (STAS 7657)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior mediu [mm]	Diametrul exterior max [mm]	Diametrul exterior min [mm]	Grosimea peretelui [mm]	Diametrul interior [mm]	Masa liniară [kg/m]	Conținutul de apă [l/m]
125	127,0	128,3	126,7	5	117	15,0	10,75
130	133,0	134,3	131,7	5	125	15,8	12,27
140	139,7	141,1	138,3	5	129,7	16,6	13,21
145	141,3	142,7	139,9	5	131,3	16,8	13,54
150	152,4	153,9	150,9	5,4	141,6	19,6	15,75
160	159,0	160,6	157,4	5,4	148,2	20,5	17,25
165	165,1	166,7	163,4	5,4	154,3	21,3	18,70
170	168,3	170,0	166,6	5,6	157,1	22,5	19,38
180	177,8	179,6	176,0	5,6	166,6	23,8	21,80
195	193,7	195,6	191,8	5,6	182,5	26,0	26,16
220	219,1	221,3	216,9	5,6	207,9	29,5	33,95

Notă - diametrul interior, masa liniară și conținutul de apă corespund diametrului exterior mediu

Tabelul 2.4.3.Țevi rotunde, trase din cupru STAS 523/2 (extras)

Diametrul [mm] exterior	Diametrul [mm] interior	Masa liniară [kg/m]	Diametrul [mm] exterior	Diametrul [mm] interior	Masa liniară [kg/m]	Diametrul [mm] exterior	Diametrul [mm] interior	Masa liniară [kg/m]	Diametrul [mm] exterior	Diametrul [mm] interior	Masa liniară [kg/m]
5	4	0,06	10	8	0,25	15	13	0,39	20	18	0,53
5	3	0,11	10	6	0,45	15	11	0,73	20	16	1,01
6	5	0,08	11	9	0,28	16	14	0,42	22	20	0,59
6	4	0,14	11	7	0,51	16	12	0,79	22	18	1,12
7	6	0,09	12	10	0,31	17	15	0,45	24	22	0,64
7	5	0,17	12	8	0,56	17	13	0,84	24	20	1,24
8	6	0,20	13	11	0,34	18	16	0,48	26	24	0,70
8	4	0,34	13	9	0,62	18	14	0,90	26	22	1,34
9	7	0,23	14	12	0,36	19	17	0,50	30	28	0,82
9	5	0,40	14	10	0,65	19	15	0,96	30	26	1,57

Tabelul 2.4.4 a. Țevi din polietilenă PE 80, PN 6 bar (DIN 8074)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm] Min	Diametrul exterior [mm] Max.	Grosimea peretelui [mm] Min.	Grosimea peretelui [mm] Max.	Diametrul interior [mm] Min.	Diametrul interior [mm] Max.	Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
20	20,0	20,3	1,8	2,4	15,2	16,7	0,107	0,181
25	25,0	25,3	1,8	2,4	20,2	21,7	0,137	0,320
32	32,0	32,3	1,9	2,4	27,2	28,5	0,186	0,581
40	40,0	40,4	2,3	2,8	34,4	35,8	0,284	0,929
50	50,0	50,5	2,9	3,4	43,2	44,7	0,438	1,466
63	63,0	63,6	3,6	4,2	54,6	56,4	0,684	2,341
75	75,0	75,7	4,3	5,0	65,0	67,1	0,971	3,318
90	90,0	90,9	5,1	5,9	78,2	80,7	1,380	4,803
110	110,0	111,0	6,3	7,2	95,6	98,4	2,070	7,178
125	125,0	126,2	7,1	8,1	108,8	112,0	2,650	9,297

rat metodologia privind performanța energetică a instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum Mc 001/II-3, metodologia privind auditul energetic și certificatul energetic al clădirilor și ale instalațiilor aferente, respectiv ale instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum Mc 001/III-I-1,2.

Modernizarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum conduce la reabilitarea termică a acestor instalații și se face pe baza auditului energetic care cuprinde pachete de soluții pentru creșterea eficienței energetice a instalațiilor respective.

În cadrul măsurilor pentru creșterea eficienței energetice a instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum, se are în vedere în special reducerea consumului de energie pentru producere, transport și utilizare a apei calde de consum. În acest scop, se folosesc, armături de utilizare eficiente, creșterea protecției termice a conductelor de transport și distribuție a apei calde de consum, contorizarea consumului de apă, asigurarea recirculării apei calde, creșterea randamentului de producere a apei calde și, nu în ultimul rând, educarea consumatorului pentru reducerea pierderilor de apă.

Reabilitarea și modernizarea instalațiilor se realizează pe baza unor studii de prefezabilitate și fezabilitate care să evidențieze costurile, susținerea financiară și rentabilizarea lucrărilor respective. Pe baza acestora, se elaborează proiecte tehnice și detalii de execuție, în condițiile respectării legislației tehnice în acest domeniu (§ 1).

2.4.1.5 Implicațiile schimbării destinației clădirii asupra instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum

Schimbarea destinației clădirii sau numai a unei părți a acesteia (de exemplu, parterul) are implicații directe asupra configurației geometrice a rețelei, implicând separarea sistemului de contorizare a consumurilor de apă rece și respectiv, de apă caldă, prevederea unor ramificații suplimentare ale conductelor principale de distribuție, a unor coloane

și derivații noi etc. Toate acestea fac necesară redimensionarea întregii rețele de conducte și determinarea debitelor și presiunilor necesare în secțiunea de racord (branșament) pentru asigurarea funcționării instalației în deplină siguranță pe durata exploatării.

Modificările instalațiilor în vederea modernizării lor se pot face, conform Legii nr. 10/1995, privind calitatea construcțiilor, numai pe baza unei expertize tehnice, care se efectuează de experți tehnici atestați, conform legislației în vigoare.

Modificările asupra instalațiilor, cauzate de schimbarea destinației clădirii sau a unei părți a acesteia, se supun aprobării conform legislației în vigoare (avize, acorduri, autorizația de construire etc.).

2.4.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum

2.4.2.1 Țevi și fitinguri metalice

• Țevi din oțel

Se folosesc țevi din oțel zincate, pentru instalații sudate longitudinal, (STAS 7656, tabelul 2.4.1), filetate sau nefiletate (netede). Se execută în seria grea (G), medie (M) și ușoară I (UI).

Țevile din seria grea G și M se produc cu diametrul nominal de la 10 la 150 mm, iar cele din seria U de la 10 la 100 mm.

În tabelul 2.4.1, sunt prezentate țevile din seria M și U, utilizate curent în instalațiile sanitare. În cazul în care sunt necesare țevi cu diametrul mai mare de 150 mm, se pot utiliza țevi din otel, pentru construcții, sudate longitudinal prezentate în tabelul 2.4.2.

• Fitinguri zincate, din fontă maleabilă, pentru îmbinarea țevilor din oțel zincate

Aceste fitinguri (fig. 2.4.5 A) sunt standardizate din punct de vedere tipodimensional (STAS 472...486) și se folosesc pentru racordarea (îmbinarea) tronsoanelor de conducte cu același diametru sau de diametre diferite, a coloanelor la conductele rețelei principale de distribuție, a derivațiilor la coloane precum și a robinetelor și bateriilor amestecătoare la derivații și la obiectele sanitare.

• Țevi și fitinguri din cupru

Țevile rotunde, trase, din cupru se produc conform STAS 523/2,cu diametrul exterior de la 5 la 80 mm, cu grosimea de perete între 0,5 și 5 mm. În tabelul 2.4.3 este prezentat un extras din STAS 523/2 pentru țevile din cupru cu diametrul exterior între 5 și 30 mm și cu grosimea de perete între 0,5 și 2 mm.

• Țevi din plumb de presiune

Se fabrică (conform STAS 671) cu diametrul între 18 și 138 mm, cu grosimea peretelui între 4 și 10 mm. În prezent, țevile din plumb se utilizează din ce în ce mai puțin fiind practic înlocuite cu țevi din mase plastice.

2.4.2.2 Țevi și fitinguri din materiale plastice

• *Țevi și fitinguri din polietilenă de înaltă densitate*

Se fabrică cu diametre exterioare cuprinse între 20 și 630 mm, pentru presiuni de 4, 6, 10 sau 16 bar; în tabelele 2.4.4 a

Tabelul 2.4.4 b. Țevi din polietilenă PE 80, PN 10 bar (DIN 8074)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui [mm]		Diametrul interior [mm]		Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
	Min	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
20	20,0	20,3	3,0	3,5	13,0	14,3	0,164	0,133
25	25,0	25,3	3,0	3,5	18,0	19,3	0,213	0,254
32	32,0	32,3	3,0	3,5	25,0	26,3	0,281	0,491
40	40,0	40,4	3,0	3,5	33,0	34,4	0,359	0,855
50	50,0	50,5	3,7	4,3	41,4	43,1	0,560	1,346
63	63,0	63,6	4,7	5,4	52,2	54,2	0,880	2,140
75	75,0	75,7	5,5	6,3	62,4	64,7	1,230	3,058
90	90,0	90,9	6,6	7,5	75,0	77,7	1,760	4,418
110	110,0	111	8,1	9,2	91,6	94,8	2,630	6,590
125	125,0	126,2	9,2	10,4	104,2	107,8	3,390	8,528
140	140,0	141,3	10,3	11,6	116,8	120,7	4,240	10,715

Tabelul 2.4.5. Țevi din Pex-Al, PN 10 bar

Diametru exterior	[mm]	16	20	26	32
Lungimea colacului	[m]	100	100	100	50
Greutatea specifică	[kg/m]	0,13	0,185	0,3	0,41
Domeniul de temperatură	[°C]	0 – 95	0 – 95	0 – 95	0 – 95
Coeficientul de dilatare termică	[mm/m]	0,026	0,026	0,026	0,026
Raza de curbură manuală	[mm]	80	100	130	160
Raza de curbură mecanică	[mm]	50	80	100	120

Tabelul 2.4.6 a. Țevi din policlorură de vinil neplastifiat PVC 60, PN 6 bar (STAS 6675)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui [mm]		Diametrul interior [mm]		Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
	Min	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
20	20,0	20,3	1,3	1,7	16,6	17,7	0,123	0,216
25	25,0	25,3	1,5	1,9	21,2	22,3	0,174	0,353
32	32,0	32,3	1,8	2,2	27,6	28,7	0,264	0,598
40	40,0	40,3	2,0	2,4	35,2	36,3	0,366	0,973
50	50,0	50,3	2,4	2,9	44,2	45,5	0,552	1,534
63	63,0	63,3	3,0	3,5	56,0	57,3	0,854	2,463
75	75,0	75,3	3,6	4,2	66,6	68,1	1,220	3,484
90	90,0	90,3	4,3	5,0	80,0	81,7	1,750	5,027
110	110,0	110,4	5,3	6,1	97,8	99,8	2,610	7,512
125	125,0	125,4	6,0	6,8	111,4	113,4	3,340	9,747

Tabelul 2.4.6 b. Țevi din policlorură de vinil neplastifiat PVC 60, PN 10 bar (STAS 6675)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm]		Grosimea peretelui [mm]		Diametrul interior [mm]		Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
	Min	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
20	20,0	20,3	1,5	1,9	16,2	17,3	0,137	0,206
25	25,0	25,3	1,9	2,3	20,4	21,5	0,212	0,327
32	32,0	32,3	2,4	2,9	26,2	27,5	0,342	0,539
40	40,0	40,3	3,0	3,5	33,0	34,3	0,525	0,855
50	50,0	50,3	3,7	4,3	41,4	42,9	0,809	1,346
63	63,0	63,3	4,7	5,4	52,2	53,9	1,290	2,140
75	75,0	75,3	5,6	6,4	62,2	64,1	1,820	3,039
90	90,0	90,3	6,7	7,6	74,8	76,9	2,610	4,394
110	110,0	110,4	8,2	9,2	91,6	94,0	3,900	6,590
125	125,0	125,4	9,3	10,5	104,0	106,8	5,010	8,495

și 2.4.4 b se prezintă un extras pentru țevi cu diametre între 20 și 125 mm, rezistente la presiunea de 6 și 10 bar.

Se fabrică, de asemenea, întreaga gamă de fitinguri. Țevile și fitingurile se îmbină între ele prin mai multe procedee: sudură (termofuziune), cu flanșe, cu fitinguri de etanșare prin compresiune.

• Țevi și fitinguri din Pex-Al

Țevile și fitingurile din Pex-Al se produc de TERAPLAST Bistrița. Tubul are o structură multistrat compusă:

- la exterior din polietilenă de înaltă densitate reticulată;
- strat intermediar din aluminiu sudat longitudinal, care conferă rezistență mărită la dilatare și protecție împotriva oxigenului și a gazelor volatile;
- strat interior din polietilenă de înaltă densitate reticulată electronic care oferă rezistență la coroziune și care nu permite formarea depunerilor.

Fitingurile pentru țevile din Pex-Al sunt de trei feluri: fitinguri cu sertizare, fitinguri cu compresie din alamă, fitinguri cu compresie din PP.

În tabelul 2.4.5 sunt prezentate principalele carcteristici ale țevilor din Pex-Al.

Trebuie menționat faptul că pe piață au apărut conducte din Pex-Al cu strat intermediar din aluminiu, nesudate longitudinal, astfel că nu mai oferă protecție împotriva oxigenului și nici rezistență la presiune.

Îndoirea țevilor manual la raze de curbură mai mici decât cele indicate în tabelul 2.4.5 conduce la pericolul fisurării conductelor după perioade foarte scurte de timp. Introducerea debitmetrelor în apartamentele fără contorizare, a condus la utilizarea frecventă a țevilor din Pex-Al, folosirea unor țevi Pex-Al cu strat intermediar din aluminiu, nesudat longitudinal, și efectuarea curbelor cu raze mai mici, au condus la numeroase fisurări ale conductelor și la inundarea apartamentelor.

• *Țevi și fitinguri din policlorură de vinil neplastifiată (PVC)*

Se execută (conform STAS 6675/2) pentru presiunea de regim de 6 și 10 bar,

Tabelul 2.4.6 c. Țevi din polipropilenă PP 60, PN 6 bar (DIN 8077)

Diametrul nominal [mm]	Diametrul exterior [mm] Min	Max.	Grosimea peretelui [mm] Min.	Max.	Diametrul interior [mm] Min.	Max.	Masa liniară [kg/m]	Cantitatea de apă [l/m]
20	20,0	20,3	1,8	2,2	15,6	16,7	0,103	0,191
25	25,0	25,3	1,8	2,2	20,6	21,7	0,132	0,333
32	32,0	32,3	1,9	2,3	27,4	28,5	0,180	0,590
40	40,0	40,4	2,3	2,8	34,4	35,8	0,273	0,929
50	50,0	50,5	2,9	3,4	43,2	44,7	0,422	1,466
63	63,0	63,6	3,6	4,2	54,6	56,4	0,659	2,341
75	75,0	75,7	4,3	5,0	65,0	67,1	0,935	3,318
90	90,0	90,9	5,1	5,9	78,2	80,7	1,330	4,803
110	110,0	111	6,3	7,2	95,6	98,4	1,990	7,178
125	125,0	126,2	7,1	8,1	108,8	112,0	2,550	9,297

Tabelul 2.4.7. Dimensiunile compensatoarelor de dilatare din PVC tip liră și în formă de U

Diametrul exterior al țevii [mm]	Dimensiunile compensatoare tip liră [mm] R	a	h	Dimensiunile compensatoarelor tip U, [mm] R	h	b
12	50	40	200	50	200	170
16	50	40	220	65	220	200
20	60	40	260	80	260	230
25	75	50	280	100	280	250
32	100	64	320	130	320	300
40	120	80	400	160	400	370
50	150	100	500	200	500	460
63	190	130	630	250	630	580
75	225	150	750	300	750	700
90	270	180	900	360	900	840
110	330	320	1140	450	1250	1140

Tabelul 2.4.8. Robinete de colț cu ventil, având corpul din fontă P_n 10 (STAS 2378)

Diametrul nominal D_n [mm]	d [in]	l [mm]	L [mm]	l_1 [mm]	d_1
10	3/8	10	50	17	12
15	1/2	12	51	22	14

Tabelul 2.4.9. Robinete cu ventil drept, din fontă, cu mufe, P_n 10 (STAS 6480)

Diametrul nominal D_n [mm]	d [in]	L [mm]	h^* [mm]
10	3/8	60	77
15	1/2	68	84
20	3/4	80	93
25	1	95	105
32	1 1/4	112	126
40	1 1/2	127	138
50	2	150	160
65	2 1/2	186	218
80	3	220	248
100	4	270	301

* Cota h corespunde robinetului deschis și este informativă

Tabelul 2.4.10. Robinete cu sertar și corp oval, din fontă (STAS 2550)

Diametrul nominal D_n [mm]	Dimensiuni de gabarit [mm] L	h_1	h_2	A	Flanșe de legătură la conductă [mm] d_1	d_2	n x d_3	b	Filetul șurubului	Roată de manevră d_4 [mm]
40	240	250	390	170	145	110	4 x 18	18	M 16	180
50	250	275	410	186	160	125	4 x 18	20	M 16	180
65	270	340	460	225	180	145	4 x 18	20	M 16	225
80	280	345	480	240	195	160	4 x 18	22	M 16	225
100	300	385	570	276	215	180	8 x 18	22	M 16	250
150	350	490	740	362	280	240	8 x 22	24	M 20	280
200	400	600	930	440	335	295	8 x 22	26	M 20	320
250	450	710	1115	500	390	350	12 x 22	28	M 20	360
300	500	805	1200	580	440	400	12 x 22	28	M 20	400

Observații:
1. Valorile cotelor h_1, h_2 și A au caracter informativ, servind la stabilirea gabaritului în vederea montării; 2. n reprezintă numărul găurilor pentru șuruburi; 3. Valorile diametrului d_4 al roții de manevră sunt informative.

în două variante constructive: simple şi mufate. În tabelele 2.4.6 a şi 2.4.6 b, se prezintă un extras pentru ţevi cu diametrele între 20 şi 125 mm, rezistente la presiunea de 6 şi 10 bar. În fig. 2.4.5 sunt prezentate principalele fitinguri din PVC care se execută cu aceleaşi diametre ca şi cele ale conductelor cu care se îmbină.

• *Ţevi şi fitinguri din polipropilenă*

Se fabrică cu diametrele exterioare cuprinse între 20 şi 125 mm, pentru presiuni de 2,5, 4, 6, 10 şi 16 bar; în tabelul 2.4.6 c, se prezintă un extras pentru ţevi cu diametre între 20 şi 125 mm rezistente la presiunea

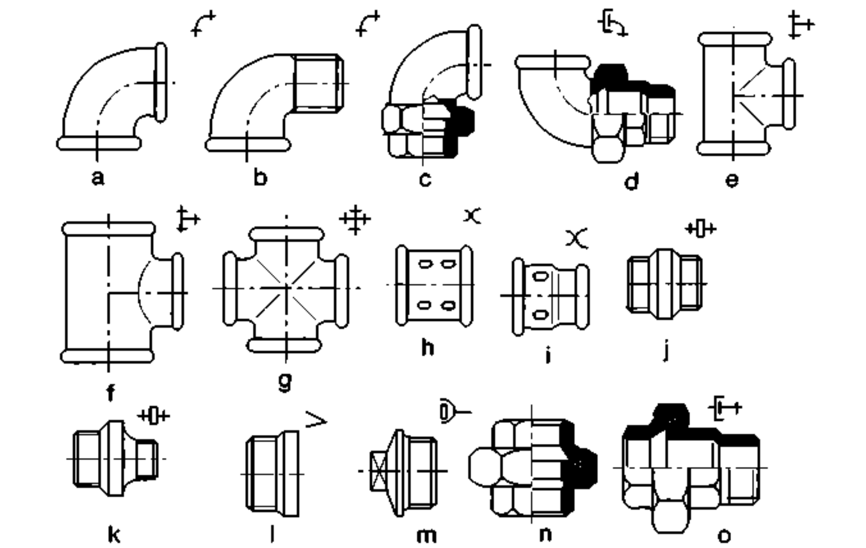


Fig. 2.4.5 A. Fitinguri zincate, din fontă maleabilă, pentru îmbinarea ţevilor din oţel zincat:
a - cot cu filete interioare; b - cot cu filet interior şi exterior; c - cot cu racord olandez, cu etanşare plană, cu filet interior şi exterior; d - cot cu racord olandez, cu etanşare conică, cu filet interior şi exterior; e - teu egal cu filet interior; f - teu cu ramificaţie redusă cu filet interior; g - cruce cu ramificaţii egale, cu filet interior; h - mufă cu filet stânga - dreapta; i - mufă redusă concentrică; j - niplu cu filet dreapta şi stânga; k - niplu redus cu filet exterior; l - reducţie; m - dop; n - racord olandez cu etanşare plană, cu filet interior; o - racord olandez, cu filet interior şi exterior.

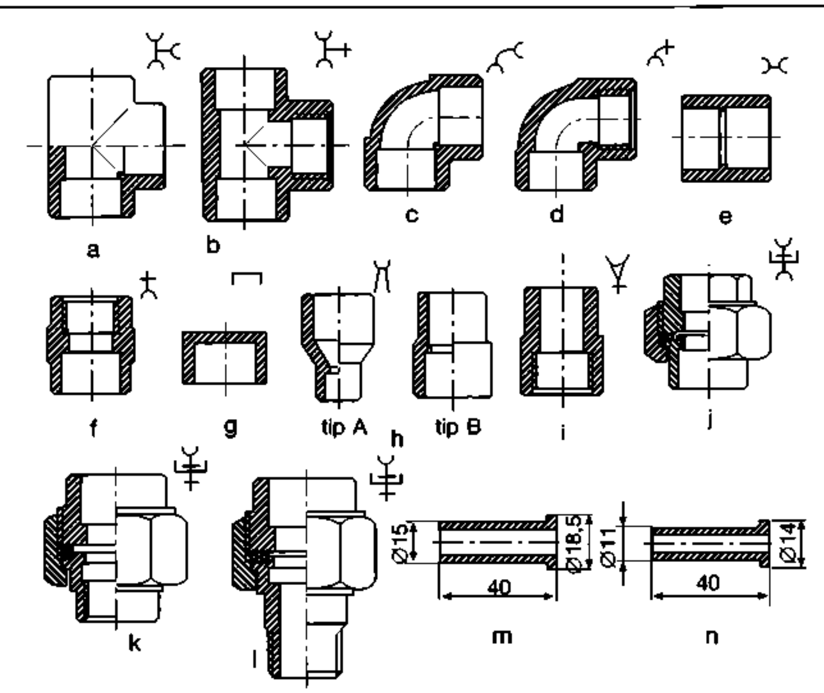


Fig. 2.4.5 B. Fitinguri din PVC pentru îmbinare prin lipire şi înfiletare (pe figură sunt notate şi semnele convenţionale de reprezentare în desen):
a - teu; b - teu pentru îmbinare mixtă; c - cot; d - cot pentru îmbinare prin înfiletare; e - mufă (manşon); f - mufă (manşon) pentru îmbinare prin filetare; g - capac; h - reducţie tip A sau B; i - reducţie pentru îmbinare prin filetare; j - racord olandez de lipit; k - racord olandez cu filet interior; l - racord olandez cu filet exterior; m - piesă de legătură la robinetul de lavoar; n - idem, pentru robinete prin înfiletare cu plutitor.

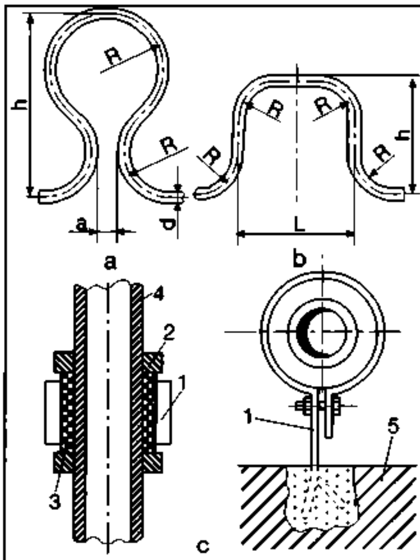


Fig. 2.4.6. Compensatoare de dilatare şi puncte fixe montate pe coloanele din PVC:
a - compensator tip liră; b - compensator tip U; c - detaliu de punct fix;
1 - brăţară metalică; 2 - inel din PVC lipit cu adeziv pe ţeava din PVC; 3 - garnitură elastică; 4 - ţeavă din PVC; 5 - element de construcţii.

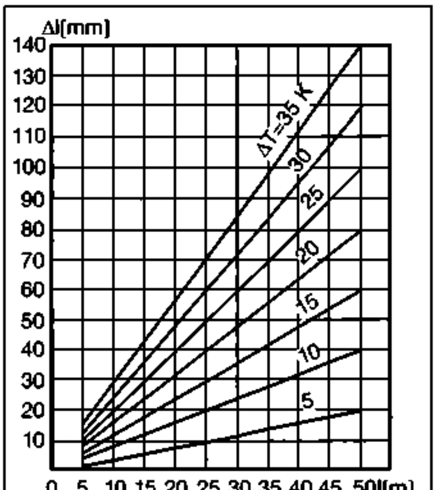


Fig. 2.4.7. Nomograma pentru determinarea alungirii Δl a conductelor din PVC în funcţie de lungimea l şi diferenţa de temperatură ΔT.

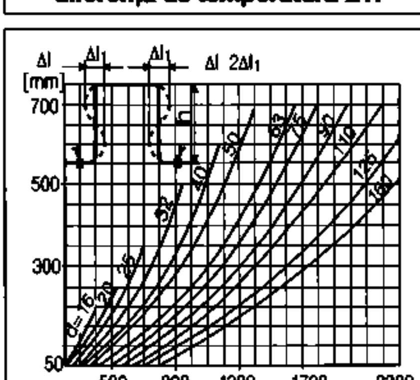


Fig. 2.4.8. Nomograma pentru dimensionarea compensatoarelor tip U din PVC.

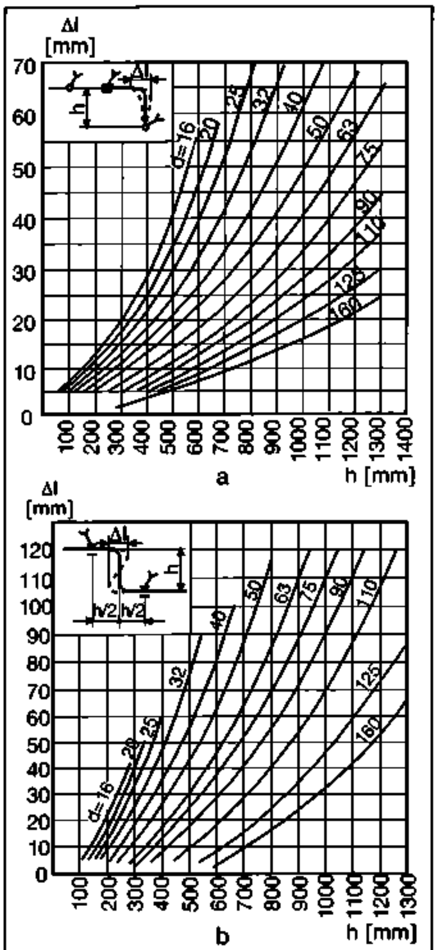


Fig. 2.4.9. Nomograma pentru dimensionarea compensatoarelor cu curbe:
a - simple la 90°; b - duble.

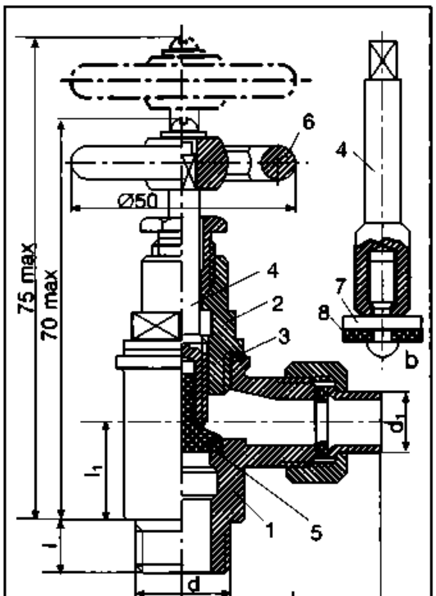


Fig. 2.4.10. Robinet de colț cu ventil având corpul din fontă:
a - varianta A, cu ventil din material plastic; b - varianta B cu ventil metalic și garnitură de cauciuc;
1 - corp; 2 - capac; 3 - garnitură; 4 - tijă; 5 - ventil; 6 - roată de manevră; 7 - suport; 8 - garnitură.

Tabelul 2.4.11. Robinete de reținere cu ventil, din fontă, Pn (STAS 1516)

Diametrul nominal D_n [mm]	Dimensiuni de gabarit [mm] L	L_1	h_1	h_2	h_3	Flanșe de legătură la conductă [mm] d_1	d_2	$n \times d_3$	b	Filetul șuruburilor
15	130	90	65	115	40	95	65	4x14	14	M 12
20	150	95	80	120	50	105	75	4x14	16	M 12
25	160	100	85	125	55	115	86	4x14	16	M 12
40	200	115	110	155	75	145	110	4x18	18	M 16
50	230	125	120	160	80	160	125	4x18	20	M 16
65	290	145	140	195	90	180	145	4x18	20	M 16
80	310	155	150	220	95	195	160	8x18	22	M 16
100	350	175	170	235	110	245	180	8x18	24	M 16
150	480	225	210	310	125	280	240	8x22	26	M 20

Observații: 1. Cotele h_1, h_2 și h_3 sunt informative;
2. n reprezintă numărul găurilor pentru șuruburi.

de 6 bar.

• *Compensatoarele de dilatare se fabrică din PVC, tip liră sau U, sunt prezentate în fig. 2.4.6, iar dimensiunile în tabelul 2.4.7.*

Pentru conductele din PVC cu lungimi mari, folosite pentru transportul sub presiune al apei reci, alungirea Δl se poate determina grafic, folosind nomograma din fig. 2.4.7, în funcție de lungimea conductei l [m] și de diferența de temperaturi ΔT [K]. Dimensionarea compensatoarelor tip U se efectuează, în acest caz, cu nomograma din fig. 2.4.8, a compensatoarelor cu curbe simple la 90 ° cu nomograma din fig. 2.4.9 a și a compensatoarelor cu curbe duble cu nomograma din fig. 2.4.9 b.

TERAPLAST Bistrița produce întreaga gamă de țevi din mase plastice din polietilenă, PVC și polipropilenă, precum și fitingurile necesare.

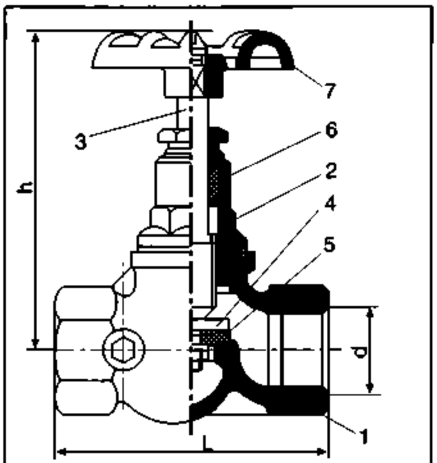


Fig. 2.4.11. Robinet cu ventil drept, din fontă cu mufe, cu dop de golire:
1 - corp; 2 - capac; 3 - tijă; 4 - ventil; 5 - garnitura ventilului; 6 - garnitura tijei; 7 - roată de manevră.

2.4.2.3 Armături

• *Robinete de colț, cu ventil*, având corpul din fontă, pentru presiunea nominală P_n= 10 bar (STAS 2378; fig. 2.4.10, tab. 2.4.8); se montează pe conducta de legătură de la coloană la rezervorul de apă pentru spălarea closetului.

• *Robinete cu ventil drept*, din fontă, cu mufe (fig. 2.4.11), având diametrele nominale și dimensiunile caracteristice redate în tabelul 2.4.9. Se execută în două

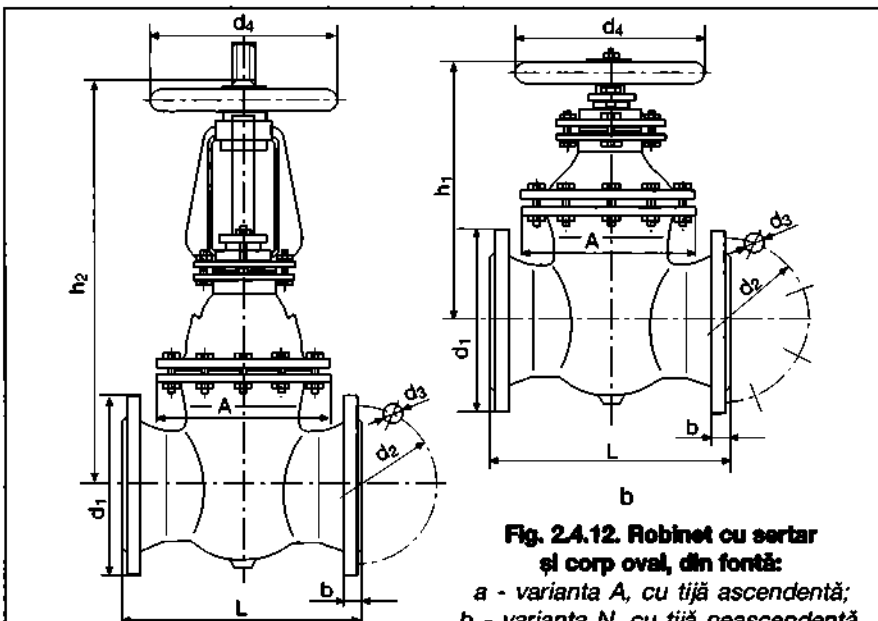


Fig. 2.4.12. Robinet cu sertar și corp oval, din fontă:
a - varianta A, cu tijă ascendentă;
b - varianta N, cu tijă neascendentă.

variante: fără sau cu dop de golire.

• *Robinete cu sertar și corp oval*, din fontă (fig. 2.4.12), având dimensiunile principale redate în tabelul 2.4.10.

• *Robinete cu ventil sferic și racord olandez*, cu secțiune de trecere totală, pot fi: cu fluture de manevră; cu rozetă de manevră. Se execută din bronz (pentru montare pe țevi din oțel zincat, polietilenă sau PVC) sau din cupru (pentru montare pe țevi din cupru).

• *Robinete de reținere din fontă cu ventil*, pentru presiunea nominală P_n=16 bar, (STAS 1516; fig. 2.4.13, tab. 2.4.11). După construcția corpului, robinetele de reținere se execută în trei tipuri: drepte, simbol D; de colț, simbol C; înclinate, simbol I. După felul cursei ventilului, robinetele de reținere se execută în două variante: varianta F, cu cursă fixă; varianta R, cu cursă reglabilă. După forma suprafeței de etanșare a ventilului, robinetele se execută în trei forme: 1, cu ventil plan; 2, cu ventil conic; 3, cu ventil sferic. După modul de închidere a ventilului, robinetele de reținere se execută: cu arc (simbol A); fără arc (fără simbol).

• *Reductoare de presiune pentru apă* (fig. 2.4.14): reducerea presiunii are loc prin efect de laminare la trecerea apei prin secțiunea dintre clapeta 3 și scaunul 2. Poziția clapetei este determinată de echilibrul dinamic dintre forța de presiune a apei și forța elastică a unui resort (arc) exercitate asupra unei membrane elastice. Pentru reglarea presiunii din aval se acționează un șurub de reglare care modifică forța elastică a resortului.

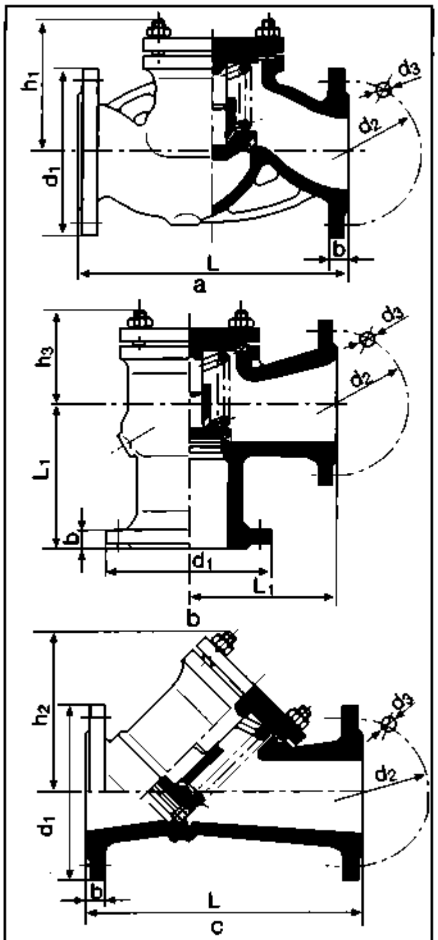


Fig. 2.4.13. Robinete de reținere cu ventil, din fontă:
a - robinet drept, simbol D;
b - robinet de colț, simbol C;
c - robinet înclinat, simbol I.

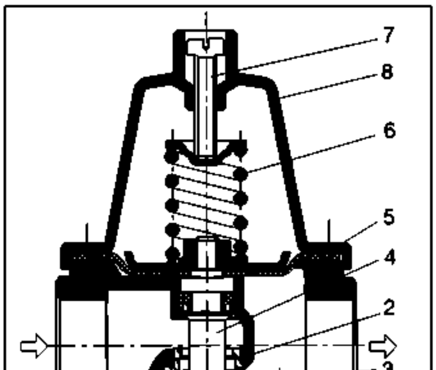


Fig. 2.4.14. Reductor de presiune pentru apă:
1 - corp; 2 - scaun; 3 - clapetă; 4 - piston; 5 - membrană elastică; 6 - arc (resort); 7 - șurub de reglare; 8 - capac; 9 - orificiu pentru manometru.

2.4.2.4 Aparate de măsură și control

Pentru cunoașterea consumului de apă, a nivelului de temperatură și a regimului de presiune, se utilizează aparate pentru măsurarea și/sau înregistrarea valorilor parametrilor respectivi.

• *Aparate sau contoare de apă (apometre)*

Se clasifică, după principiul de funcționare, în apometre:

- de viteză, care înregistrează consumul de apă, fie prin acționarea unei roți cu palete sau elice (apometre cu turbină) care transmit mișcarea unui mecanism integrator de înregistrare a debitului, fie prin măsurarea diferenței de presiune la trecerea apei printr-o diafragmă (apometru diferențial);
- volumetrice, care înregistrează cantitatea de apă prin umplerea și golirea succesivă a unor compartimente cu volum determinat.

După modul de admisie a apei, apometrele cu turbină pot fi:

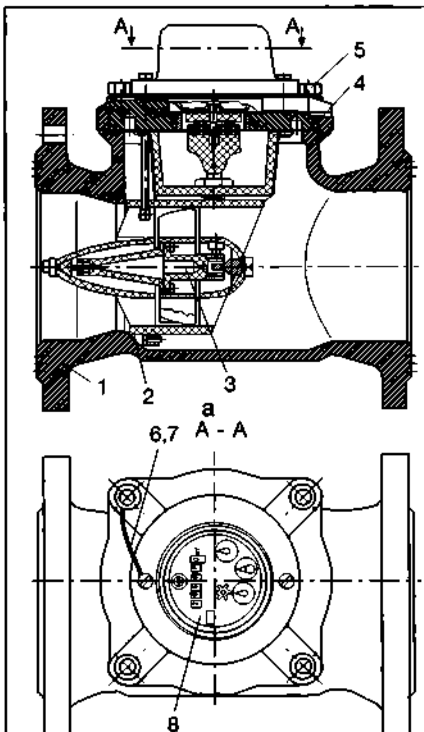
- cu admisie tangențială, direcția de curgere a apei fiind perpendiculară pe axul turbinei;
- cu admisie axială, direcția de curgere a apei fiind paralelă cu axul turbinei;
- combinate, având montate, în serie sau paralel, ambele turbine menționate; aceste apometre se folosesc în instalații cu diferențe mari între consumul maxim și cel minim de apă.

După modul de montare a cadranului pentru citirea consumului se disting apometre cu cadranul:

- uscat, montat într-o casetă separată de corpul apometrului;
- înecat, cadranul fiind în contact cu apa și protejat de un geam care rezistă la presiunea apei.

Corpul apometrelor se execută din fontă, bronz sau oțel turnat, iar turbina din materiale plastice pentru apă rece (cu temperaturi până la +30 °C).

Principalele caracteristici ale apometrelor, de care trebuie ținut seamă, la alegerea și montarea lor în instalație, sunt următoarele:



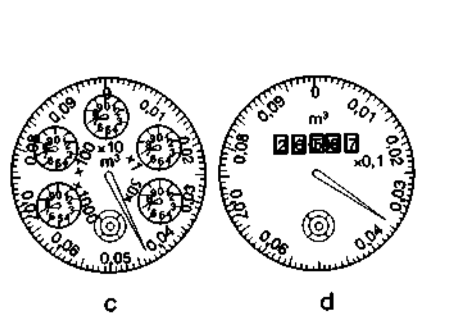


Fig. 2.4.15. Contor pentru apă rece:
a - secțiune verticală;
b - secțiune orizontală;
c - cadran cu citire indirectă;
d - cadran cu citire directă;
1 - carcasă; 2 - garnitură amonte; 3 - modul de contorizare; 4 - inel de etanșare; 5 - șurub; 6 - sârmă de sigiliu; 7 - plumb de sigiliu; 8 - cadran pentru citirea debitului de apă înregistrat.

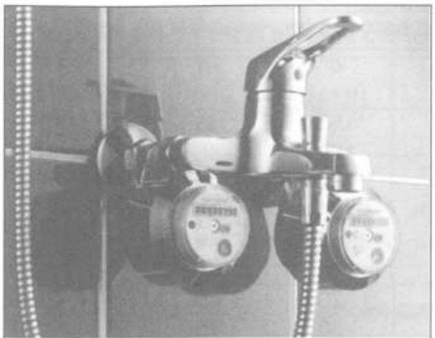


Fig. 2.4.16. Contoare montate la robinetele de apă rece și apă caldă ale bateriilor amestecătoare (firma ISTAMETER, Germania).

- diametrul nominal D_n [mm];
- debitul nominal $\dot{V}_n$ [m³/h], căruia îi corespunde o pierdere de sarcină nominală [bar] sau [mm H_2O];
- debitele maxime $\dot{V}_{max}$, tranzitorii $\dot{V}_t$ și minime $\dot{V}_{min}$ [m³/h];
- debitul minim, numit și sensibilitatea apometrului, fiind debitul orar minim pe care apometrul îl înregistrează la presiunea maximă de lucru (de regulă, 16 bar);
- pierderea de sarcină la trecerea apei prin apometru [bar] sau [mm H^2O];
- eroarea maximă admisă între $\dot{V}_{min}$ și $\dot{V}_t$ respectiv, între $\dot{V}_t$ și $\dot{V}_{max}$; puritatea și temperatura apei ce trece prin apometru.

În general, cunoscând debitul nominal $\dot{V}_n$ și pierderea de sarcină H_n corespunzătoare debitului nominal se poate stabili relația între $\dot{V}_n$, H_n și debitul de calcul $\dot{V}_c$ ce traversează apometrul la pierderea de sarcină H_c corespunzătoare și anume:

$$\frac{H_n}{H_c} = \frac{\dot{V}_n^2}{\dot{V}_c^2} \qquad (2.4.1)$$

De pierderea de sarcină H_c trebuie ținut seamă la stabilirea sarcinii hidrodinamice a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Contoarele pentru apă rece și respectiv, apă caldă de consum, produse în țară (de firma PRECIZIA S.A.-WOLTMAN ZENNER), precum și cele importate (produse de firme ca SCHLUMBERGER, ISTAMETER etc.) trebuie să aibă *„aprobare de model"*, eliberată de Biroul Român de Metrologie Legală (B.R.M.L.) și agrement tehnic, care să certifice caracteristicile funcționale ale contoarelor (conform ISO 4064/1).

Contoarele de apă rece sau caldă se execută cu următoarele diametre nominale: D_n 20, 50, 65, 80, 100, 125, 150 și 200 mm (fig. 2.4.15).

În fig. 2.4.16. este prezentat un contor montat din construcție, pe o baterie de baie.

În cataloagele firmelor producătoare de contoare sunt date, pentru fiecare tip, dimensiunile, caracteristicile tehnice și nomogramele pentru determinarea pierderilor de sarcină, la trecerea apei prin contor.

- *Termometre*

Se utilizează, în special, în instalațiile de preparare și alimentare cu apă caldă, dar și în cele cu apă rece.

După principiul de funcționare se produc termometre cu dilatare, manometrice, electrice și termocuple.

- *Manometre*

Pentru cunoașterea regimului de variație a presiunii, într-un anumit punct al instalației de alimentare cu apă sau din recipientele sub presiune, se utilizează manometre de tip cu lichid sau cu elemente elastice.

În străinătate se produce o mare varietate de aparate de măsură și control pentru măsurarea presiunii și temperaturii și anume cu:
- indicarea directă a valorilor măsurate;
- înregistrarea valorilor măsurate pe bandă sau pe calculator;
- transmiterea la distanță a valorilor măsurate și afișarea pe un panou;
- transmiterea unor impulsuri la diferite aparate sau armături de acționare.

2.4.2.5 Obiecte sanitare, armături și accesorii

Pentru utilizarea apei în condiții practice și igienice se folosesc obiecte sanitare ca: lavoare, căzi de baie, dușuri, closete, pisoare, bideuri, spălătoare pentru vase, chiuvete etc.

Obiectele sanitare trebuie să:
- aibă forma și mărimea necesară unei utilizări/funcționări normale și cât mai comode;
- reziste la variația de temperatură impusă în procesul funcțional;
- reziste la acțiunile mecanice și chimice legate de exploatarea și întreținerea lor;
- aibă un aspect plăcut și să permită curățirea ușoară și completă a obiectului;
- prezinte siguranță în utilizarea lor (să nu se spargă, să nu prezinte pericol de tăiere sau rănire în folosință etc.).

Obiectele sanitare se execută, în general, din porțelan sanitar, fontă emailată, gresie, materiale plastice, poliester armat, polimetacrilat, tablă din oțel inoxidabil etc.

Atât în țară, cât și în străinătate, se produc obiecte sanitare într-o gamă variată de forme și dimensiuni.

După destinația lor, obiectele sanitare pot fi de construcție:
- obișnuită (cu dimensiuni standardizate) pentru echiparea clădirilor de locuit și a grupurilor sanitare din unele clădiri social-culturale și anexele sociale ale unităților industriale;
- specială, pentru echiparea sălilor de operații din spitale, a creșelor, grădinițelor etc. sau pentru folosirea lor de către persoane cu handicap fizic.

Obiectele sanitare au devenit din ce în ce mai diversificate, având diferite forme și culori, fiind executate din materiale diverse. Există în prezent o nouă abordare în proiectarea încăperilor de baie și în special în vilele cu confort ridicat. Încăperile de baie au trecut de la dimensiunile reduse de 180 x 240 la dimensiunile unor camere normale. Echiparea cu obiecte sanitare și în special cu băi, nu se mai face pe lângă pereți, baia amplasându-se în mijlocul încăperii și uneori înglobată în pardoseală. Obiectele sanitare au forme din ce în ce mai moderne iar uneori se adoptă moda retro cu căzi de baie cu picioare amplasate în mijlocul încăperii.

În multe cazuri și în special la moderni-

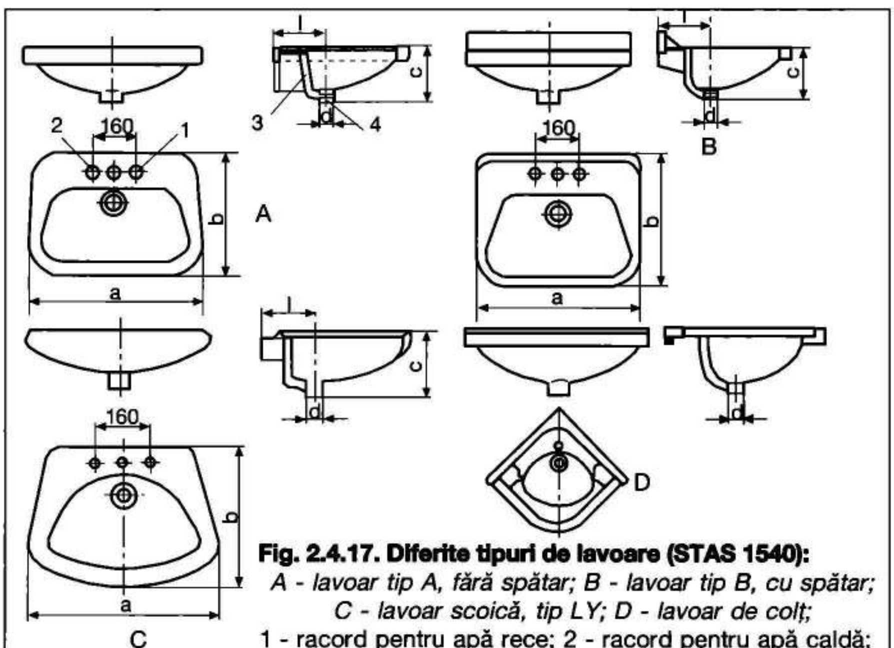


Fig. 2.4.17. Diferite tipuri de lavoare (STAS 1540):
A - lavoar tip A, fără spătar; B - lavoar tip B, cu spătar; C - lavoar scoică, tip LY; D - lavoar de colț;
1 - racord pentru apă rece; 2 - racord pentru apă caldă; 3 - preaplin; 4 - orificiu de scurgere prevăzut cu ventil.

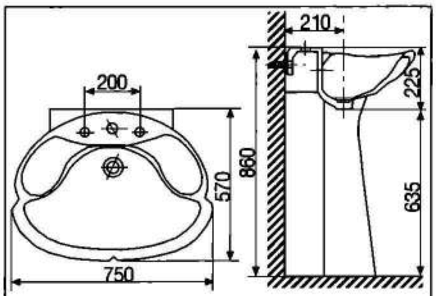


Fig. 2.4.18. Lavoar cu picior de mascare a sifonului și a robinetelor de închidere.

Tabelul 2.4.12. Lavoare din porțelan sau semiporțelan (STAS 1540)

Mărimea	*a* [mm]	*b* [mm]	*c* [mm]	*d* [mm]	*l* [mm]
37	370	250...290	150	45	80...110
40	400	310...365	160	45	150...180
45	450	260...300	160	45	80...110
50	500	380...450	180	45	185...220
55	550	420...500	200	45	185...220
60	600	420...550	210	45	185...220
65	650	500...590	220	45	185...220
70	700	500...640	230	45	185...220

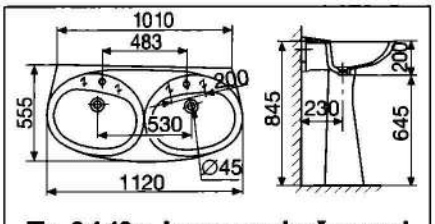


Fig. 2.4.19 a. Lavoar cu două cuve și două picioare de mascare a sifoanelor și a robinetelor de închidere.

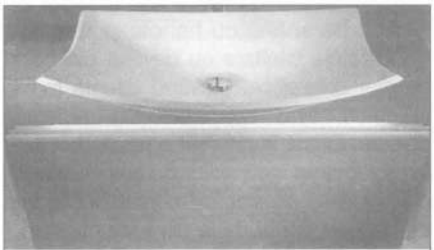


Fig. 2.4.19 b. Lavoar în formă de scoică.



Fig. 2.4.19 c. Lavoar din sticlă incasabilă.



Fig. 2.4.19 d. Lavoar din materiale composite.



Fig. 2.4.19 e. Lavoare în grupurile sanitare din clădirile publice.

zarea clădirilor se aplică soluția cu cabine de duș în locul căzilor de baie.

Oglinzile au început să ocupe pereți întregi și echiparea din fața lor corespunde unor tratamente de cosmetică și coafură.

• *Lavoare*

Lavoarele se execută din porțelan sanitar sau din semiporțelan sanitar, cu sau fără spătar (fig. 2.4.17), și au dimensiunile redate în tabelul 2.4.12 (STAS 1540). Lavoarele sunt prevăzute cu orificiu de preaplin care comunică printr-un canal cu orificiul de scurgere, la care se montează un ventil cu dop și sifonul cu gardă hidraulică. Lavoarele pot fi echipate cu unul sau două robinete ori cu baterii amestecătoare de apă rece cu apă caldă, montate pe lavoar (stative) sau perete. Distanța între axele orificiilor pentru montarea robinetelor sau a bateriilor stative, produse în țară, este de 160 mm, iar diametrul racordului sifonului este de 45 mm. Majoritatea lavoarelor care se produc în străinătate au distanța între axele orificiilor pentru montarea robinetelor sau a bateriilor de 200 mm și diametrul racordului sifonului de 45 sau 46 mm.

Lavoarele produse de numeroase firme se execută din porțelan, semiporțelan, materiale compozite sau sticlă, satisfac cele mai exigente cerințe estetice (forme, dimensiuni, culori) și de confort igienico-sanitar și pot fi montate pe console, structuri metalice (sistem GEBERIT), integrate în mobilier, cu mascarea legăturilor și a sifonului de scurgere folosind picior (fig. 2.4.18) sau piedestal. Se execută și lavoare duble (fig. 2.4.19 a) cu piedestale duble sau cu mobilier de mascare, conceput să permită utilizarea spațiului de sub lavoar. Pentru hoteluri și chiar pentru locuințele cu confort ridicat, lavoarele sunt montate pe piese de mobilier complete care au atât rolul de mascare a sifonului și a robinetelor de închidere, cât și rolul de a cuprinde oglinda, dulapuri laterale pentru obiecte de toaletă și medicamente, precum și elemente de fixare și mascare a corpurilor de iluminat.

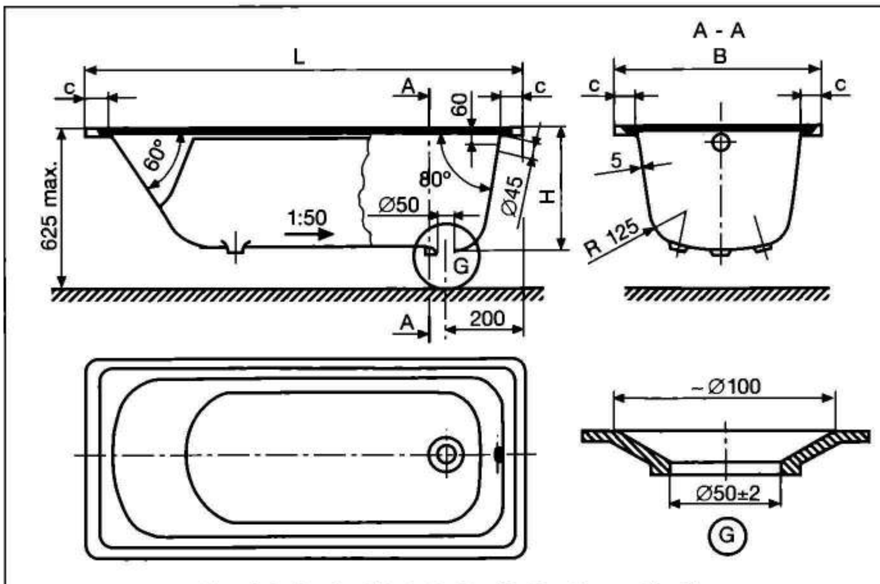


Fig. 2.4.20. Cadă de baie din fontă emailată.

Tabelul 2.4.13. Căzi de baie din fontă, emailate, pentru adulți (STAS 2757)

Mărimea	*L* [mm]	*B* [mm]	*c* [mm]	*H* [mm]	Capacitatea utilă până la preaplin (informativă) [l]	Masa informativă (fără picioare) [kg]
1200/420	1200	700	50...85	420	175	78
1500/420	1500	720	50...85	420	198	92,5
1700/420	1700	750	50...85	420	215	122

Tabelul 2.4.14. Căzi de duș

Tipul	Dimensiunile [mm]					Materialul	Masa
	a	*h*	*b*	*c*	*d*		[kg]
Cadă de duș pătrată	830	150	60	165	52	acril	45
	880	185	60	165	52	fontă emailată	
Cadă de duș cu bordură rotunjită	1400	400	60	165	52	acril	45
	900	185	55	165	52	fontă emailată	

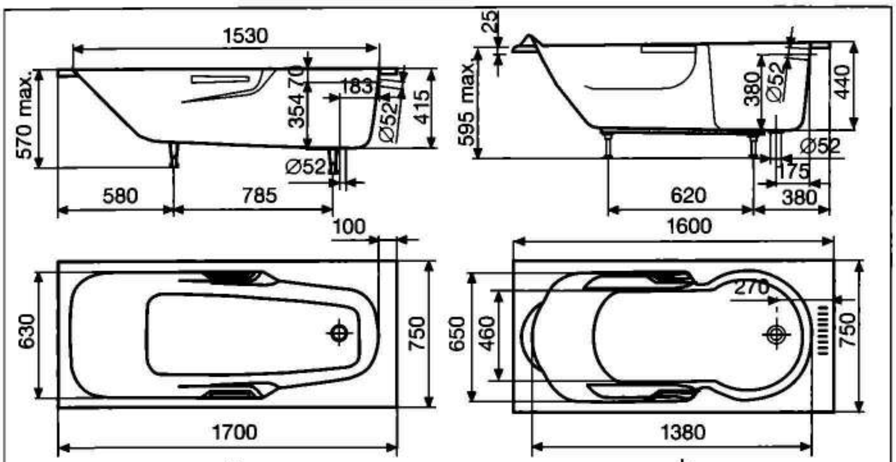


Fig. 2.4.21. Căzi de baie pentru adulți:
a - cu rezemători pentru brațe; b - rezemătoare de brațe și tetieră.

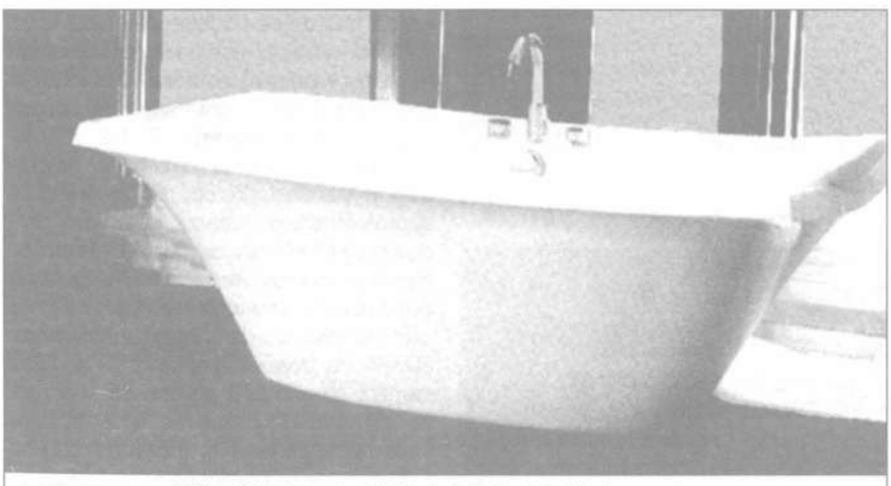


Fig. 2.4.21 c. Cadă de baie depărtată de perete.

În fig. 2.4.19 b, se prezintă un lavoar modern în formă de scoică, înglobat în masa de toaletă și cu sifonul mascat tot în masa de toaletă.

În fig. 2.4.19 c, se prezintă un lavoar realizat din sticlă incasabilă, care poate fi de diferite culori. Armătura de utilizare de formă modernă, este montată pe lavoar iar dopul de închidere a ventilului de golire se acționează cu piciorul.

Lavoarele se execută și din materiale compozite, de diferite forme și culori. În fig. 2.4.19 d, este prezentat un lavoar executat din materiale compozite, realizat dintr-o singură piesă cu blatul masei de toaletă.

În fig. 2.4.19 e, se prezintă modul de amplasare a lavoarelor în grupurile sanitare ale clădirilor publice. Bateriile sunt cu monocomandă și cu dispozitive de închidere a dopului de la ventilul de scurgere și sunt montate pe lavoare. Pentru creșterea gradului de igienă, la grupurile sanitare din hoteluri cu 4 și 5 stele, se utilizează baterii cu senzori de deschidere prin apropierea mâinilor de baterie.

- *Căzi de baie*

Căzile de baie produse în țară (fig. 2.4.20), se execută din fontă și tablă emailată și din mase plastice și au dimensiunile adaptate pentru uzul persoanelor adulte (tab. 2.4.13) sau al copiilor. Căzile de baie pentru adulți sunt prevăzute cu un orificiu pentru golire și un orificiu pentru preaplin, iar cele pentru copii, numai cu orificiu pentru golire. Racordarea la instalațiile de canalizare se realizează prin intermediul unui sifon tip U sau al unui sifon de pardoseală de tip combinat.

Se produc căzi de baie cu configurații ergonomice, cu o mare varietate de forme și dimensiuni, prevăzute cu rezemători pentru brațe (fig. 2.4.21 a), sau tetiere (fig. 2.4.21 b) încorporate. Ca materiale se folosesc atât fonta emailată, tabla din oțel emailată și masele plastice (în special acril), cât și materiale de sinteză, de tip compozit, cu calități deosebite.

În fig. § 2.4.21 c, se prezintă o cadă de baie depărtată de perete, cu bateria montată pe buza căzii de baie. Baia este prevăzută cu tetieră, are o formă modernă și se poate monta în orice poziție în camera de baie.

Căzile pentru hidroterapie (fig. 2.4.22 a) sunt prevăzute cu duze alimentate cu aer comprimat și cu un circuit de recirculare a apei cu o pompă. În funcție de tip (standard sau de lux), sistemul poate dispune de diverse facilități precum încălzirea aerului ozonat, reglarea și pulsarea debitului de aer și de apă, variația intensității și orientarea jeturilor. Căzile sunt echipate cu conducte de apă și de aer realizate cu țevi din cupru sau PVC, montate cu pante corespunzătoare pentru asigurarea golirii complete a apei, după utilizare. De asemenea, prin poziția de montare se asigură golirea gravitațională a apei din corpul pompei de circulație.

În fig. 2.4.22 b, se prezintă o cadă de baie, prevăzută cu baterie și duș pentru procesele normale de igienă și care au și echipamentul încorporat pentru realizarea hidromasajului. Aceste căzi de baie se pot monta în vile și chiar și în hoteluri cu condiția prevederilor de măsuri pentru asigurarea protecției la zgomot.

În fig. 2.4.22 c, se prezintă o cadă de baie pentru hidromasaj de formă dreptungiulară cu pereții laterali transparenți. La unul din capete este prevăzută și o tetieră.

Pentru controlul calității apei și a para-

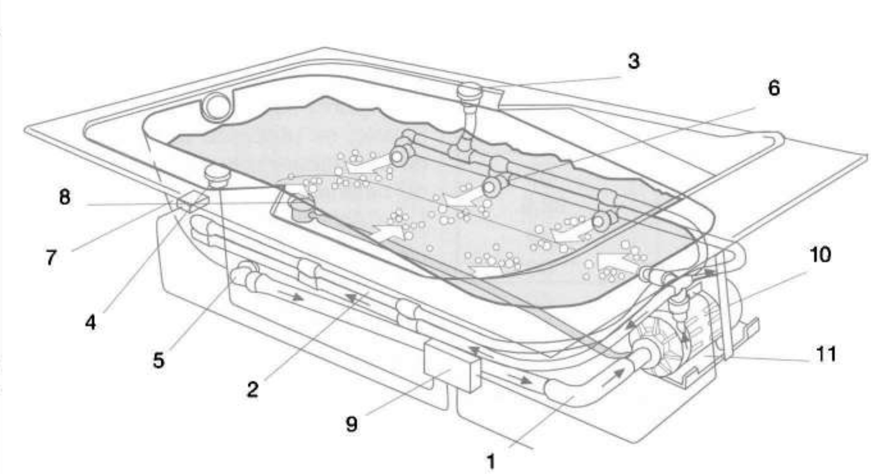


Fig. 2.4.22 a. Cadă de baie pentru hidroterapie (hidromasaj):
1 - conductă de apă; 2 - conductă de aer; 3 - reglarea debitului de aer; 4 - comanda electrică a pompei de apă; 5 - crepină pentru absorbția apei din cadă; 6 - duză de injectat apă cu aer; 7 - detector de nivel al apei; 8 - clapetă dublă de golire a apei; 9 - cofret electric; 10 - grupul motor cu pompă de apă; 11 - amortizor de zgomot pentru grupul motor - pompă.



Fig. 2.4.22 b. Cadă de baie pentru igienă și hidromasaj.

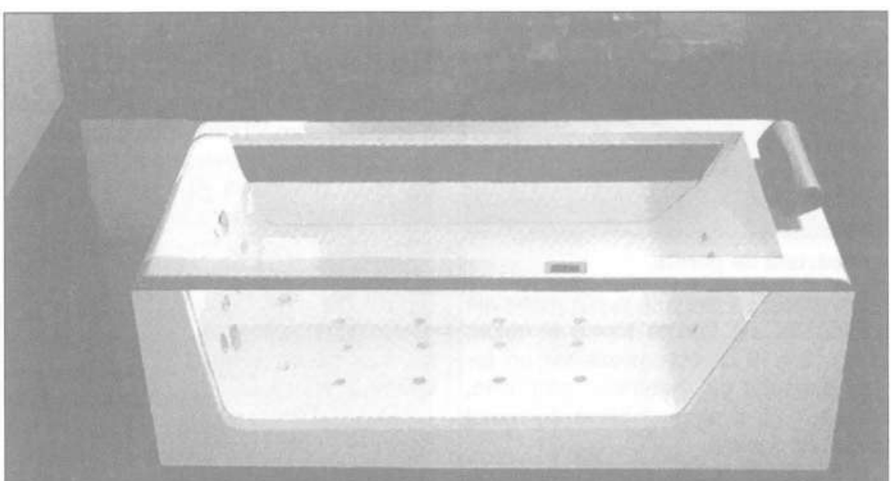


Fig. 2.4.22 c. Cadă de baie pentru hidromasaj.

metrilor funcționali, căzile sunt dotate cu traductori de nivel și temperatură, precum și cu dispozitive de comandă și reglare.

Căzile de baie pentru persoane cu handicap fizic sunt concepute, funcțional și dimensional, pentru a satisface în mod optim cerințele de utilizare ale persoanelor cu deficiențe motorii. Cuva este prevăzută cu portieră laterală etanșă, cu scaun încorporat și rampă perimetrală de susținere, din oțel inoxidabil. Fundul/pardoseala căzii este antiderapantă. Cuva este echipată cu instalație escamotabilă pentru spălarea părului.

Căzile de baie se montează pe suporturi reglabile sau pe elemente de construcții, înzidite sau liber, pe una sau mai multe laturi, în funcție de tipul și dimensiunile căzii, precum și de mărimea spațiului disponibil și exigențele estetice.

• *Căzi și cabine de duș*

Se execută din tablă sau fontă emailată, porțelan sanitar, mase plastice și materiale de tip compozit.

Căzile de duș sunt realizate sub formă de cuve cu adâncime redusă, de tip pătrat, dreptunghiular sau de colț, cu bordura rotunjită. În fig. 2.4.23 și în tabelul 2.4.14 sunt prezentate principalele dimensiuni ale căzilor de duș, iar în fig. 2.4.24. se prezintă câteva tipuri de căzi de duș cu cuvă de adâncime redusă, de formă pătrată (fig. 2.4.24 a) de colț (fig. 2.4.24 b), cu cuvă adâncită și cu scaun încorporat (fig. 2.4.24 c și d), cu fundul antiderapant și prevăzute cu orificiu de golire.

Unele tipuri de cuve sunt prevăzute cu ventile speciale de ϕ60 sau 90 mm echipate cu grătar nichelat și sifon cu gardă hidraulică cu racord lateral.

Racordarea la instalațiile de canalizare se face prin intermediul unui sifon în formă de S sau a unui sifon de pardoseală de tip combinat.

Cuvele de duș se pot monta încastrat în pardoseală sau într-o bordură supraînălțată ori așezat direct pe pardoseală. Unele tipuri sunt prevăzute cu șuruburi de calare pentru asigurarea orizontalității la montare.

În camerele de duș suplimentare, cuvele de duș se amplasează în colțul camerii cu sau fără perdea de separare de cameră. Perdeaua se suspendă cu inele de un suport la înălțimea de cca 1,80 cm, de la pardoseală.

Cabinele de duș sunt realizate din panouri vitrate, plane (fig. 2.4.25 a) sau curbilinii (fig. 2.4.25 b) din sticlă securizată sau din sticlă sintetică, montate pe conturul cuvei de duș și prevăzute cu uși de acces batante ori glisante. În unele cazuri, ușa de acces este înlocuită cu o perdea din material plastic.

Un inconvenient major la utilizarea cabinelor de duș, constă în dificultatea spălării părții inferioare a corpului și existența

unui spațiu prea mic pentru procesul de spălare ce conduce la lovirea cu coatele a elementelor vitrate de închidere. În consecință se produc cabine de duș cu dimensiuni mai mari iar unele firme produc cabine de duș cu banchetă încorporată sau cu strapontină de așezare pentru spălarea părții inferioare a corpului.

Nu se recomandă proiectarea camerelor de baie din clădirile de locuit cu cabine de duș, căzile de baie având și funcția de înmuiere a rufelor în vederea spălării cu mașinile de spălat sau manual.

Scheletul (structura) se realizează cu profile din aluminiu sau din mase plastice, solidarizate la partea inferioară și superioară și se etanșează cu garnituri din elastomeri.

Soluția a fost adoptată și pentru uzul persoanelor cu handicap fizic (mobilitate redusă), cabina fiind prevăzută pentru acces cu un panou pivotant, echipat cu scaun. Opțional, panourile pivotante pot fi echipate cu accesorii utile pentru diferite tipuri de handicap-bare de tracțiune, suporturi pentru picioare, mânere sau bare de susținere etc.

Uzual, cuvele și/sau cabinele de duș se echipează cu baterii amestecătoare, obișnuite, cu duș fix sau cu racord flexibil. În funcție de exigențele de confort impuse, pot fi dotate cu armături sanitare specializate, precum moderatoare termostate, temporizatoare, sisteme de reglare a formei și intensității jetului de apă etc.

Cabinele de duș pentru hidroterapie sunt prevăzute cu aparatură necesară efectuării procedurilor specifice (duș, hidromasaj etc). Cabinele pentru hidroterapie sunt echipate cu dispozitive electronice de comandă, reglare, semnalizare automată în sistem interactiv, precum și cu mijloacele adecvate de securitate.

În fig. 2.4.25 c, este prezentată o cabină de duș normală, care se montează de obicei în cămine sau hoteluri.

• *Vase de closet și rezervoare de apă pentru spălarea vaselor de closet.*

Vasele de closet se execută fie din porțelan sau semiporțelan sanitar, cu scaun (fig. 2.4.26), și cu dimensiunile redate în tabelul 2.4.15.

Tabelul 2.4.15. Vase de closet din porțelan sau semiporțelan sanitar pentru adulți (STAS 2066/1)

l [mm]	l_1 [mm]	h [mm]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d_1 [mm]	d_2 [mm]	g [mm]	$\alpha°$
max 500	max 510	400	160	max 370	435	105	16	60	67

Closetele cu scaun sunt prevăzute, prin construcție, cu sifon cu gardă hidraulică. Golirea closetului în conducta de canalizare se face printr-un ștuț prevăzut lateral sau vertical în jos, care are diametrul interior de 100 mm.

Se produc diferite tipuri de vase de closet ca formă, dimensiuni, sisteme de prindere, alimentare cu apă și racordarea la rețeaua de canalizare. Astfel, vasele de closet cu ieșire laterală și cu sistemul de fixare pe perete, permit degajarea pardoselii și deci condiții crescute de curățenie și igienă. (fig. 2.4.27).

În fig. 2.4.28, se prezintă un vas de closet și un bideu montate pe perete.

Vasele de closet echipate cu dezintegratoare, amplasate în exteriorul acestora sau integrate în ele, cu spălare sub presiune, permit evacuarea apei uzate prin conducte cu diametre mici (20 sau 30 mm) în conductele de canalizare. Ansamblul de closet poate fi echipat cu rezervor de apă caldă, duș mobil și generator de aer cald, precum și cu tablou de comandă (fig. 2.4.29). Funcționarea este controlată printr-un microprocesor care permite reglarea temperaturii apei și a aerului, intensitatea și direcția jetului de apă precum și durata de utilizare. Dispozitivul de spălare cu duș perineal este reglabil și în plus, poate fi adaptat la cea mai mare parte a vaselor de closet obișnuite.

Pentru uzul persoanelor în vârstă sau

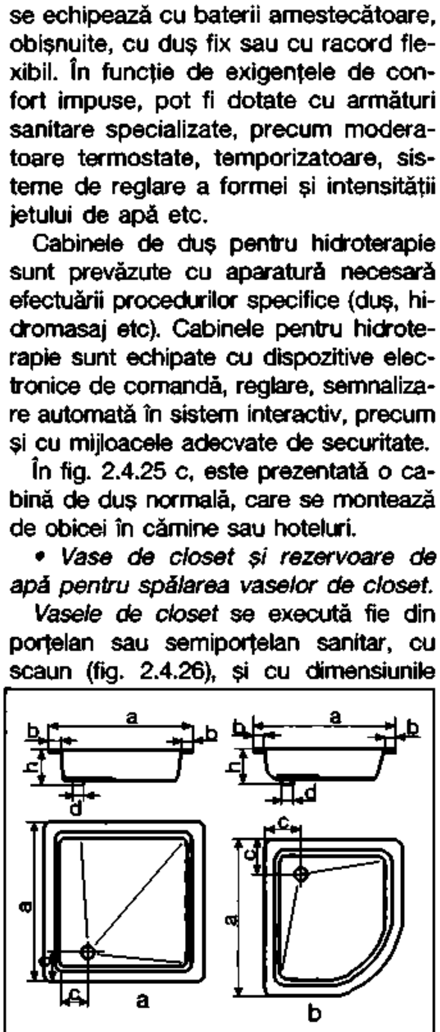


Fig. 2.4.23. Căzi de duș, din fontă emailată:
a - de formă pătrată; b - de colț.

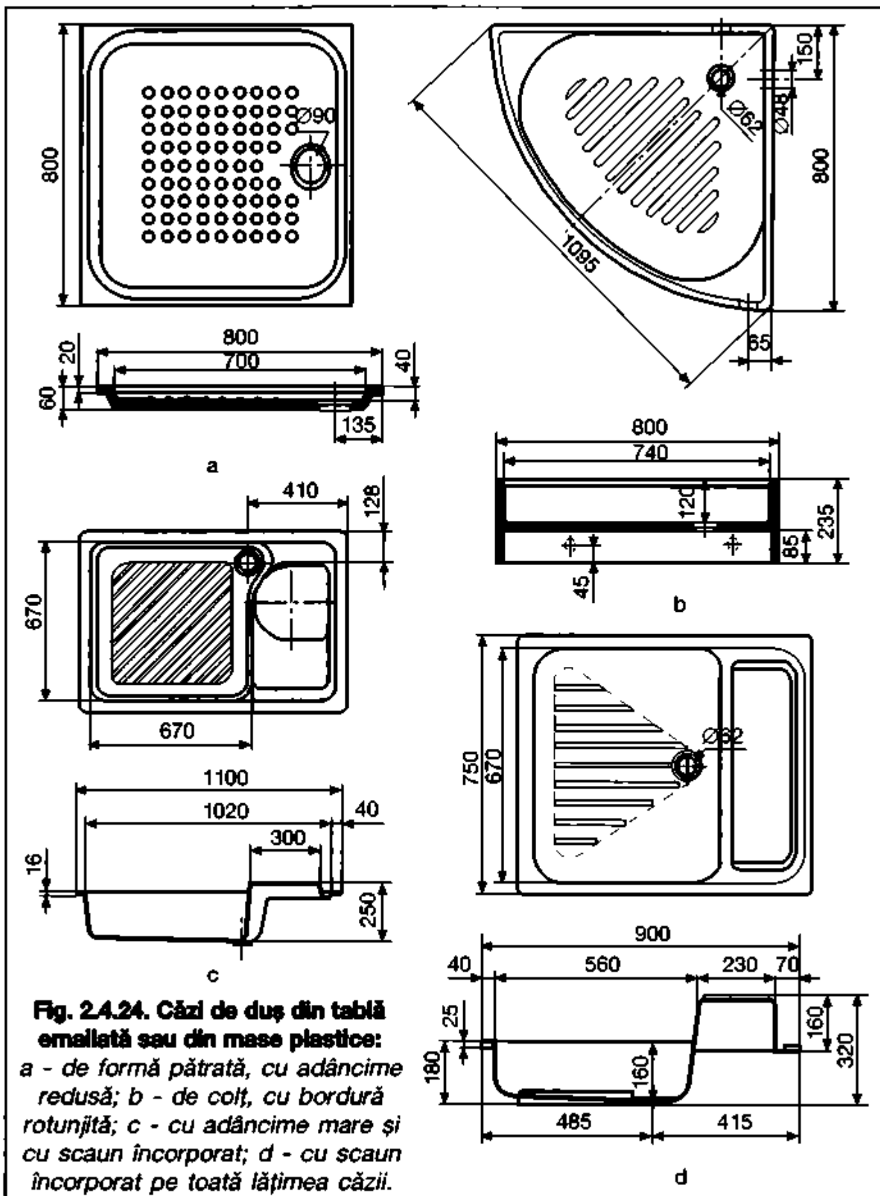


Fig. 2.4.24. Căzi de duș din tablă emailată sau din mase plastice:
a - de formă pătrată, cu adâncime redusă; b - de colț, cu bordură rotunjită; c - cu adâncime mare și cu scaun încorporat; d - cu scaun încorporat pe toată lățimea căzii.

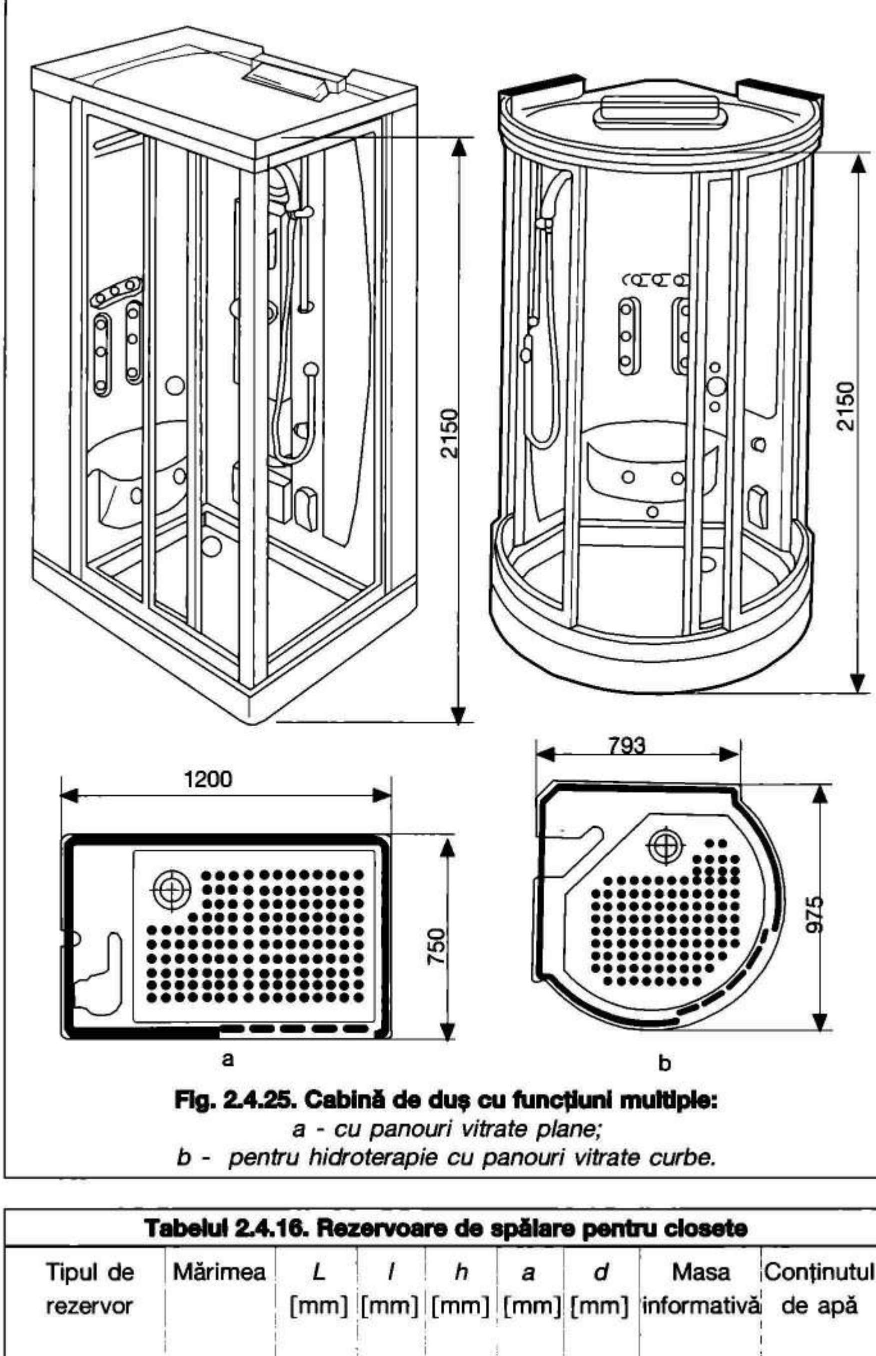


Fig. 2.4.25. Cabină de duș cu funcțiuni multiple:
a - cu panouri vitrate plane;
b - pentru hidroterapie cu panouri vitrate curbe.

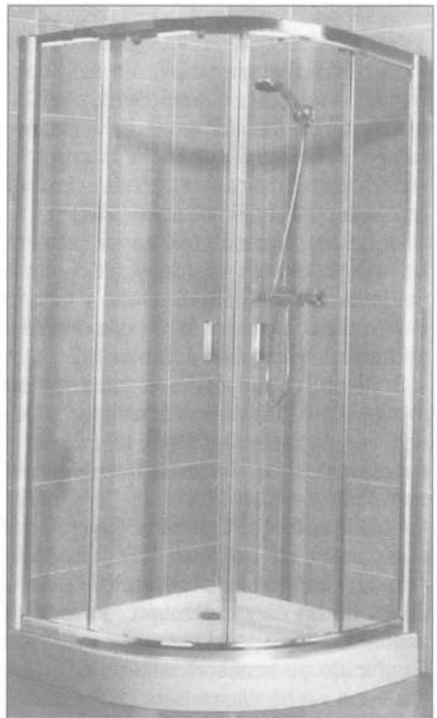


Fig. 2.4.25 c. Cabină de duș.

Tabelul 2.4.16. Rezervoare de spălare pentru closete

Tipul de rezervor	Mărimea	*L* [mm]	*l* [mm]	*h* [mm]	*a* [mm]	*d* [mm]	Masa informativă [kg]	Conținutul de apă [l]
Din fontă emailată STAS 2756	I	350	195	200	50	45	10	9
Idem	II	400	215	200	50	45	20	12
Din porțelan montat la mică înălțime	-	530	200	400	55	51	9	18
Idem montat la înălțime	-	480	280	250	55	45	7	9
Din mase plastice montat la înălțime	-	350	195	200	50	45	1	9
Din mase plastice montat pe vasul de closet		400 500	200 150	600 300	50 50	50 50	3 1,5	14 12

cu handicap fizic, se produc vase de closet cu înălțime variabilă. Înălțimea vasului se poate modifica între 40 și 65 cm, în 6 s., prin acționarea unei manete de comandă plasată lateral rezervorului. Aparatul este acționat de un cric hidraulic și funcționează la presiunea apei din rețea. Cu o presiune de 3 bar, vasul poate ridica o greutate de 180 kg.

Spălarea vaselor de closet se poate face sub presiune sau prin cădere, din rezervoare de apă amplasate la înălțime, la semiînălțime sau direct pe vasele de closet. În funcție de felul dispozitivelor de spălare, consumul de apă pentru o întrebuințare crește cu scăderea înălțimii de montare a rezervoarelor, de la simplu la de două ori și jumătate, iar debitul de apă crește de la 0,1 l/s, cât este debitul pentru încărcarea rezervoarelor la 1,2 l/s corespunzător debitului robinetelor de spălare sub presiune. Au fost realizate (în cadrul INCERC-București) noi soluții de rezervoare cu acționare prin buton și cu golire directă, precum și rezervoare cu două debite de spălare, ceea ce conduce la reducerea apreciabilă a consumului de apă.

Rezervoarele de apă se fabrică din fontă, porțelan sau din mase plastice (fig. 2.4.30 și tab. 2.4.16), ultimele având avantajul că au o greutate mai mică și o rezistență termică mai mare decât cele din fontă, reducându-se, apreciabil, condensatul pe suprafața lor exterioară.

Rezervoarele de spălare, amplasate la înălțime sau la semiînălțime, se racordează la vasele de closet printr-o țeavă de spălare cu diametrul de 1 1/4" din material plastic, oțel inoxidabil sau plumb, legată la vas prin intermediul unei manșete din cauciuc, în

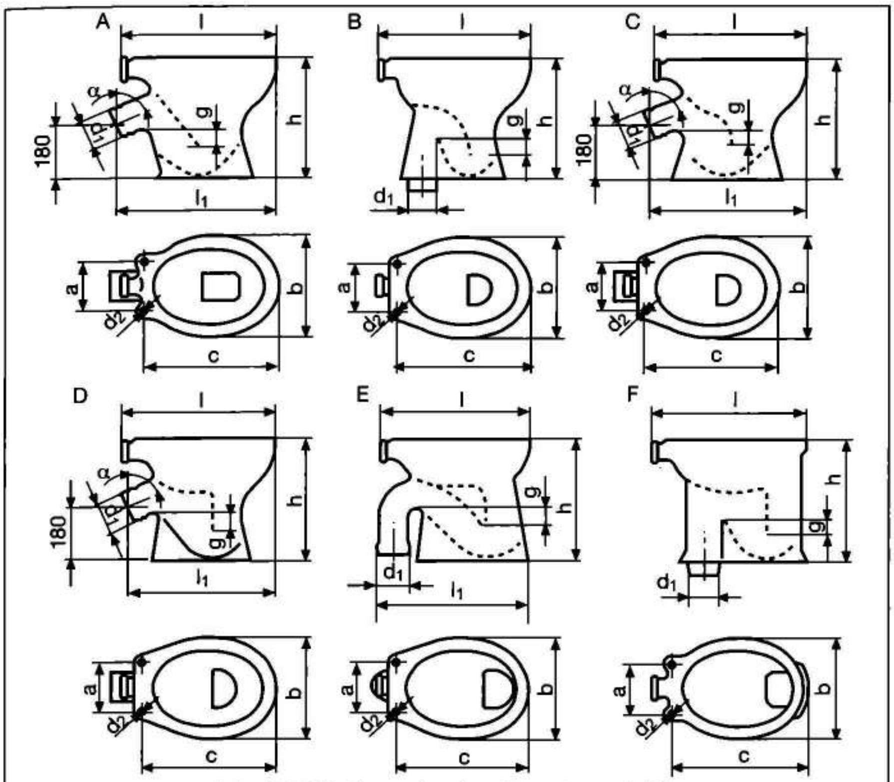


Fig. 2.4.26. Vase de closet pentru adulți:
A - cu pâlnie și evacuarea laterală (C.P.L.); B - cu plan înclinat și evacuarea verticală (C.I.V.); C - cu plan înclinat și evacuare laterală (C.I.L.); D - cu oglindă și evacuare laterale (C.O.L.); E - cu oglindă și evacuarea verticală exterioară (C.O.V.E.); F - cu oglindă și evacuare verticală interioară (C.O.V.I.).

Tabelul 2.4.17. Robinete de serviciu simplu, tip I (STAS 2581)

Diametrul nominal, D_n [mm]	Filet pentru d [inch]	l_{min} [mm]	L [mm]	h [mm]
10	G 3/8	10	70	28
15	G 1/2	12	80	31
20	G 3/4	14	90	35
25	G 1	16	105	40

Tabelul 2.4.18. Robinete de serviciu dublu, tip I (STAS 2581)

Diametrul nominal, D_n [mm]	Filet d [inch]	l_{min} [mm]	Filet d_1 [inch]	L [mm]	h_1 [mm]	d_2 [mm]
10	G 3/8	10	G 1/2	70	63	11,5
15	G 1/2	12	G 3/4	80	73	14,5
20	G 3/4	14	G 1	90	83	21
25	G 1	16	G 11/4	105	95	30

Tabelul 2.4.19. Robinete cu ventil, acționate cu plutitor, Pn 10 bar (STAS 2377)

Mărimea	L [mm]	Tipul de rezervor de spălare
I	340	STAS 2756 (mărime I de rezervor)
II	365	STAS 2756 (mărime II de rezervor)
III	430	STAS 9441

formă de pâlnie.

Se prezintă în fig. 2.4.30 c, un rezervor care se montează la mică înălțime.

Alimentarea cu apă a rezervoarelor de spălare se realizează prin intermediul unor robinete cu plutitor (flotor), racordate la instalația de distribuție prin legături fixe sau elastice.

• *Bideuri*

Sunt folosite pentru igiena intimă. Se pot amplasa în camerele de baie din clădiri de locuit și hoteluri, precum și în camerele de igienă din clădiri în care lucrează un număr mare de femei.

Bideurile se fabrică din porțelan sanitar. Se produc două tipuri (STAS 2422): obișnuit, fără duș (fig. 2.4.31 a) sau cu orificiu pentru duș ascendent (fig. 2.4.31 b). Bideurile sunt prevăzute cu două robinete, pentru apă caldă și rece, sau cu baterie amestecătoare de apă rece cu apă caldă.

Se produce o mare diversitate de bideuri ca forme, dimensiuni, culori, sisteme de fixare, de alimentare cu apă și de racordare la canalizare. Constructiv se deosebesc bideuri cu picior (fig. 2.4.32 a) care se montează prin fixare

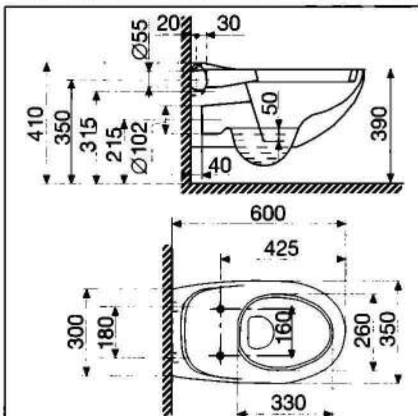


Fig. 2.4.27. Vas de closet cu fixare pe perete.



Fig. 2.4.28. Closet și bideu montate pe perete.

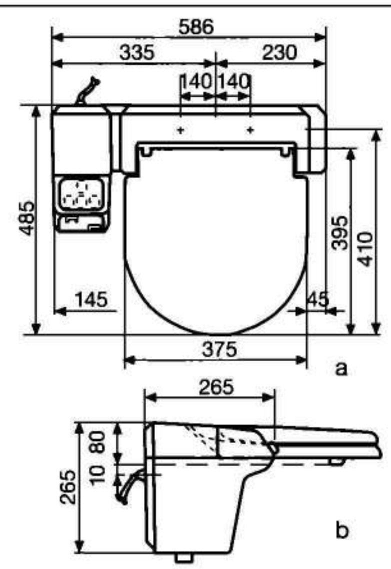


Fig. 2.4.29. Vas de closet, cu dispozitiv de spălare cu duș mobil, generator de aer cald pentru uscare și cu microprocesor pentru reglarea temperaturii apei, aerului, direcția jetului de apă și durata de utilizare:
a - plan; b - vedere laterală.

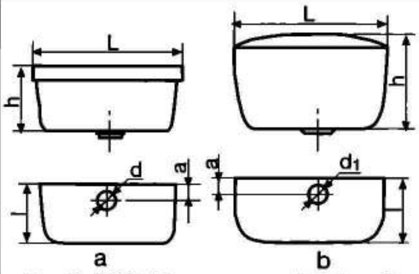


Fig. 2.4.30. Rezervoare de closet:
a - din fontă; b - din porțelan sanitar.



Fig. 2.4.30 c. Rezervor de closet de mică înălțime.

direct pe pardoseală sau pe platforme escamotabile de mobilier și bideuri suspendate (fig. 2.4.32 b) care se fixează prin buloane pe pereții portanți sau pe batiuri încastrate.

• *Pisoare*

Se utilizează în grupurile sanitare din clădiri social-culturale, administrative și industriale, precum și în closetele publice.

Pisoarele se execută din porțelan sanitar sau fontă emailată, într-o gamă largă de tipo-dimensiuni. Pisoarele din porțelan sanitar au forma și dimensiunile redate în fig. 2.4.33.

Se mai produc diferite tipuri de pisoare (fig. 2.4.34) de formă rectangulară, ovală (tip scoică), celulare (tip stal), pentru montare pe perete, în colțul încăperii sau, cele de tip stal, prin rezemare directă pe pardoseală.

Pisoarele sunt prevăzute cu orificii pentru alimentarea cu apă rece și respectiv, pentru golire. Spălarea se realizează continuu sau intermitent prin intermediul unor robinete speciale de reglare sau acționare, pentru pisoare, respectiv prin intermediul unor sisteme electronice integrate, cu comandă automată prin fotocelule.

Evacuarea se face prin partea inferioară, gravitațional sau prin efect aspirant, prin sifonare.

• *Vidoare*

Sunt obiecte sanitare specializate (fig. 2.4.35), utilizate în unități spitalicești pentru golirea și spălarea vaselor utilizate pentru igiena bolnavilor imobilizați (ploști). Se execută din porțelan sanitar, în variante cu picior sau suspendat, și sunt prevăzute cu grătar mobil, suport, cu tampoane amortizoare și cu un grătar de fund înaintea sifonului, din oțel inoxidabil. Evacuarea se face la fel ca la vasele de closet, prin intermediul unor sifoane cu gardă hidraulică, înglobate, cu ieșirea laterală sau verticală. Pentru curățire sunt echipate cu robinete de spălare.

• *Spălătoare de bucătărie*

Se utilizează pentru spălarea vaselor și a produselor alimentare.

Se realizează sub forma unor cuve adânci, cu unul sau cu mai multe compartimente, cu sau fără platformă de lucru, cu suport pentru vase și bordură perimetrală.

Se execută din fontă sau tablă emailată, tablă din oțel inoxidabil, porțelan sanitar sau materiale compozite, de tipul varicor, corian, antium, silacril etc.

Formele și dimensiunile spălătoarelor de bucătărie din tablă din oțel inoxidabil sunt prezentate în fig. 2.4.36. În fig. 2.4.37 se prezintă două tipuri de spălătoare pentru vase, din fontă emailată.

La spălătoarele cu suport sunt prevăzute orificii pentru montarea bateriilor amestecătoare sau a două robinete

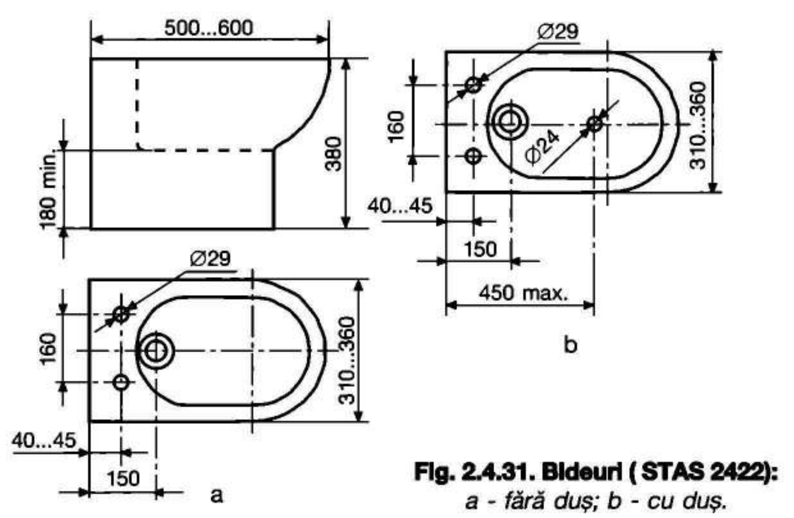


Fig. 2.4.31. Bideuri (STAS 2422):
a - fără duș; b - cu duș.

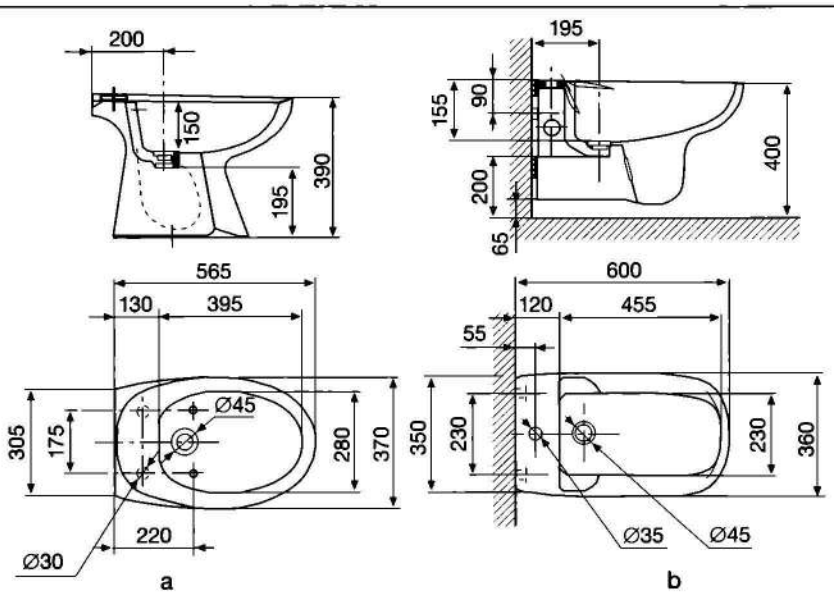


Fig. 2.4.32. Bideuri de montat pe pardoseli și pe perete:
a - bideu oval, cu picior; b - bideu rectangular, suspendat, cu fixare pe perete.

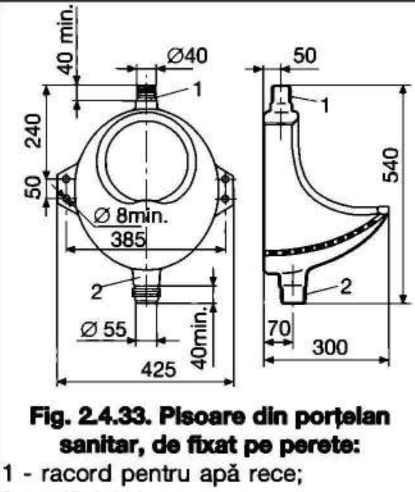


Fig. 2.4.33. Pisoare din porțelan sanitar, de fixat pe perete:
1 - racord pentru apă rece;
2 - orificiul de scurgere.

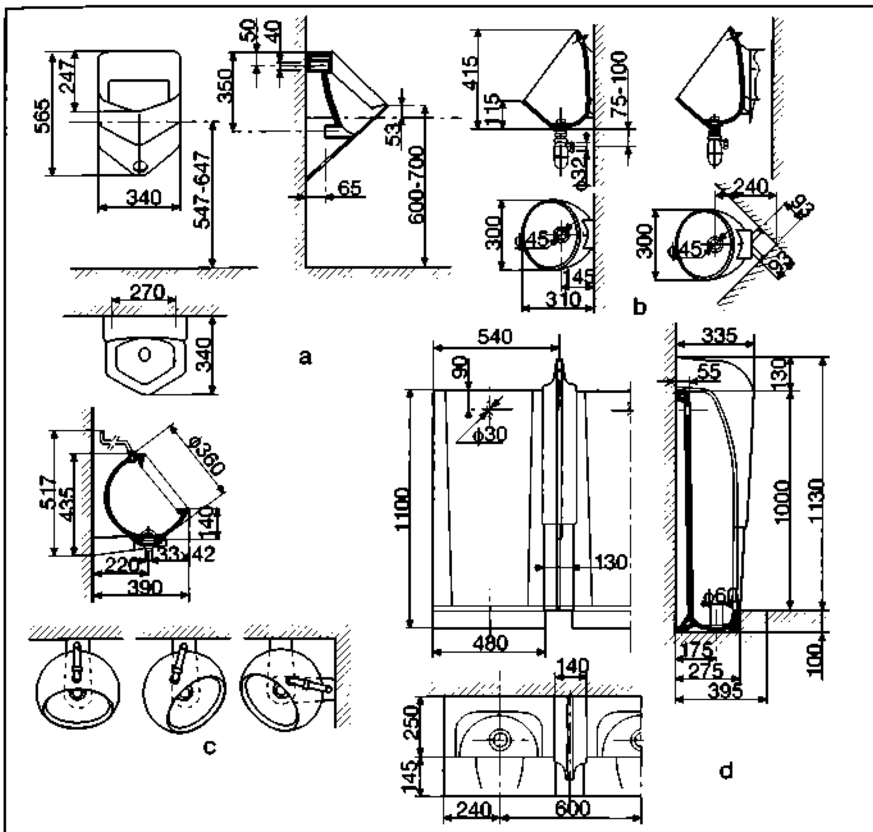


Fig. 2.4.34. Pisoare de diferite tipuri:
a - rectangulare, cu fixare pe perete; b - ovale, cu fixare pe perete sau în colțul încăperii; c - ovale, basculante; d - celulare, tip stal.

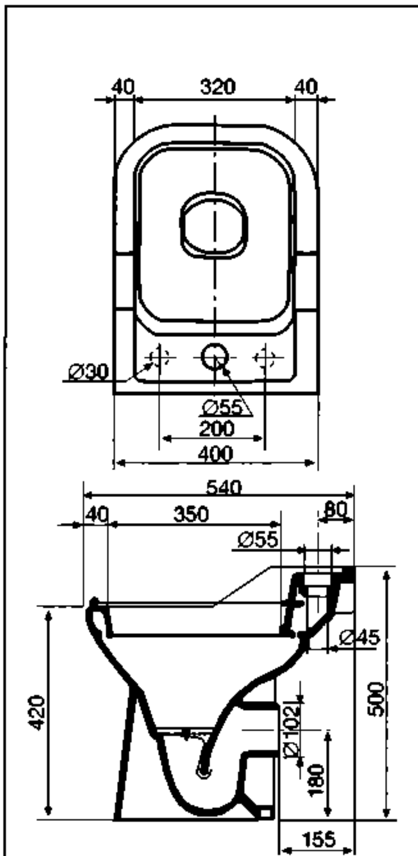


Fig. 2.4.35. Vidoare cu picior, pentru spitale.

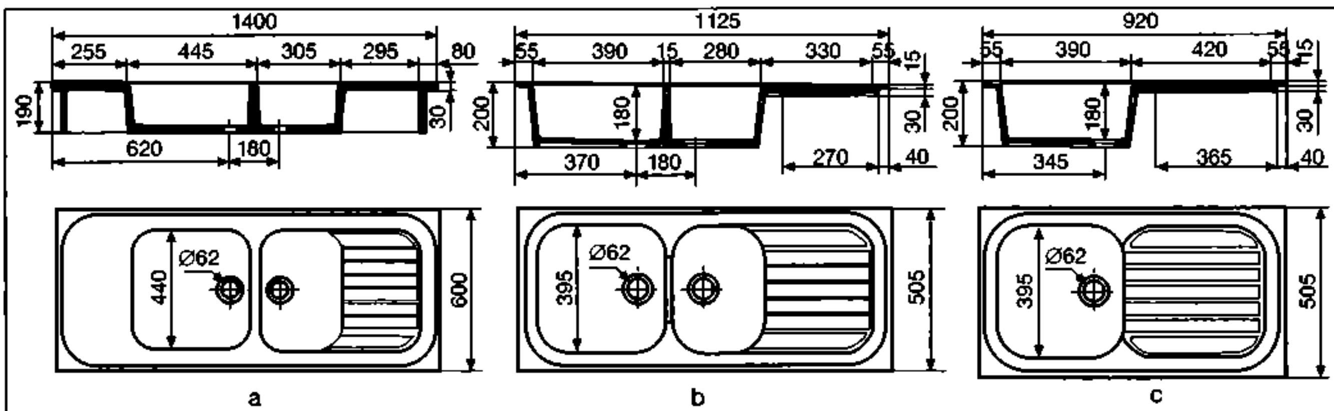


Fig. 2.4.36. Diferite tipuri de spălătoare de bucătărie, din tablă de oțel inoxidabil:
a - dublu, cu două cuve inegale, cu platformă de lucru și suport pentru vase; b - dublu, cu suport pentru vase; c - simplu, cu suport pentru vase.

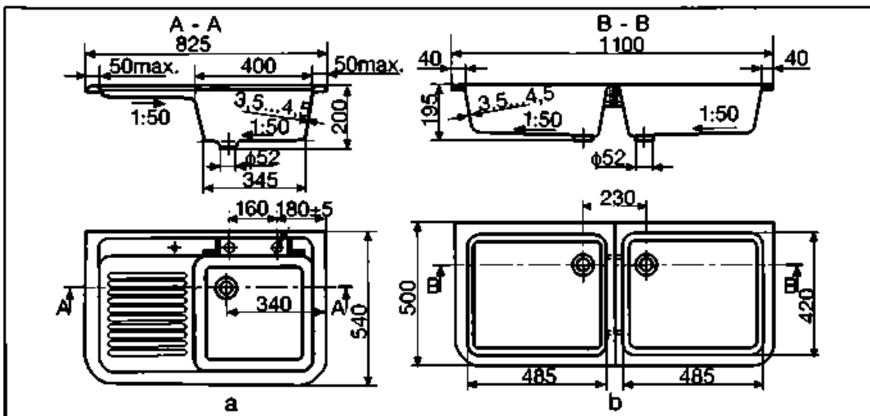


Fig. 2.4.37. Spălătoare pentru vase, din fontă emailată:
a - spălător cu platformă (picurător); b - spălător dublu.

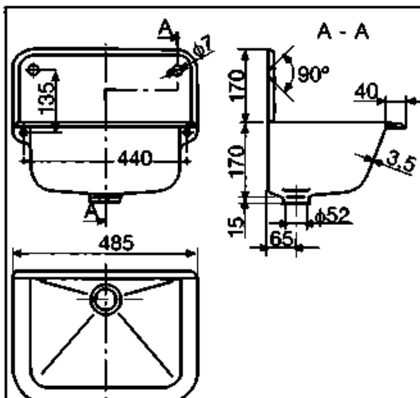


Fig. 2.4.38. Chiuvetă din fontă emailată.

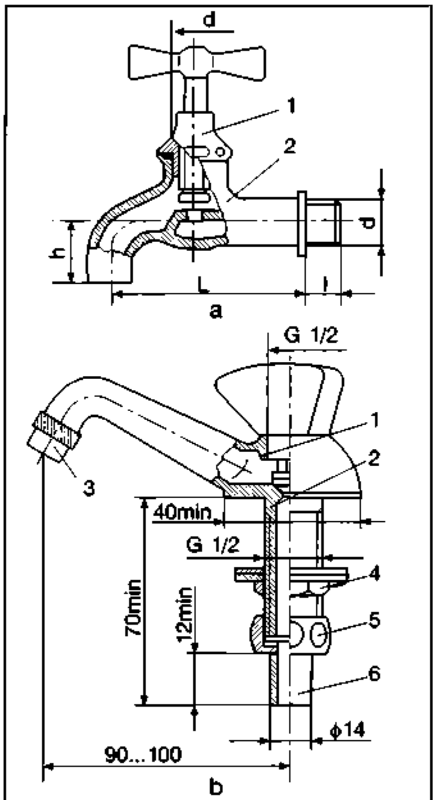


Fig. 2.4.39. Robinet de serviciu simplu: *a - tip I, pentru montare la perete, cu curgere fixă cu jet liber; b - tip II, pentru montare pe obiecte sanitare, cu curgere fixă, cu jet perlat;* 1 - cap de armătură; 2 - corp; 3 - ajutaj perlator; 4 - piuliță de fixare; 5 - piuliță de racordare; 6 - racord.

pentru apă rece și caldă. La celelalte spălătoare armăturile pentru alimentare cu apă se montează pe elementele de construcții.

Toate tipurile de spălătoare au același diametru al racordului la sifonul de scurgere (52 mm), iar pentru spălătorul cu suport, distanța dintre axele găurilor pentru montarea robinetelor sau a bateriilor este aceeași ca și la lavoare (160 mm).

Evacuarea apei după folosință se face printr-un ventil de scurgere, cu sită nichelată la care se racordează, după caz, sifoane simple sau duble.

• *Chiuvete*

Sunt obiecte sanitare (fig. 2.4.38) care se folosesc în spații tehnice: garaje, ateliere, spălătorii etc.

Se execută din fontă emailată sau gresie ceramică și sunt prevăzute cu ventil cu sită de scurgere, formată la turnare, și cu un ștuț scurt, pentru racordarea la sifon. Pentru a proteja peretele, chiuvetele sunt prevăzute cu placă înaltă, fixă sau detașabilă.

Se realizează în diferite forme: dreptunghiulară, semirotundă, de perete sau de colț, cu dimensiuni variabile în funcție de destinație și de poziția de montare.

Alimentarea cu apă se face, după necesități, cu apă rece și caldă, prin robinete de serviciu sau baterii amestecătoare.

Chiuvetele din fontă sunt emailate numai pe suprafețele de lucru, respectiv în interiorul cuvei, pe bordura cuvei, pe uscător și pe fața văzută a tăbliei acestora. Celelalte suprafețe sunt acoperite cu un grund de email sau cu vopsea de ulei.

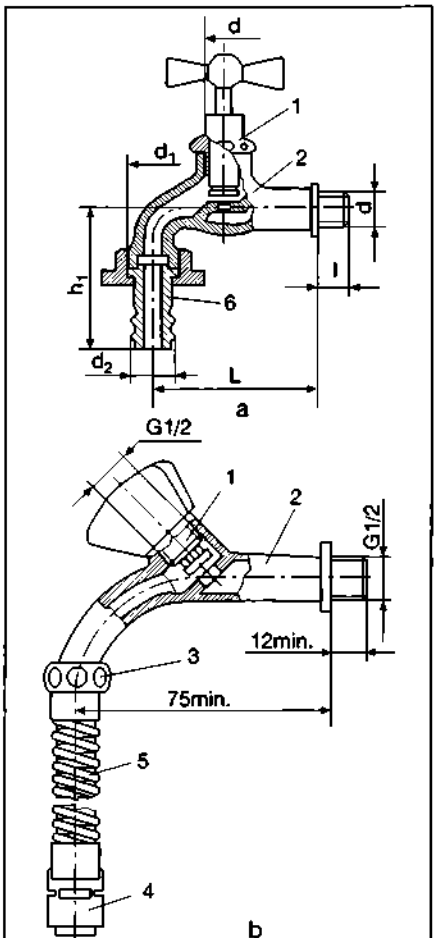


Fig. 2.4.40. Robinet de serviciu dublu: *a - tip I, pentru montare pe perete, cu scurgere fixă, cu racord pentru furtun din cauciuc; b - tip II, pentru montare pe perete, cu scurgere fixă, cu tub flexibil;* 1 - cap de armătură; 2 - corp; 3 - piuliță olandeză; 4 - ajutaj perlator; 5 - tub flexibil; 6 - portfurtun.

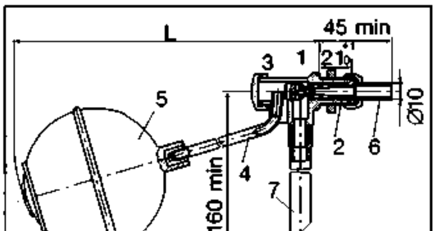


Fig. 2.4.41. Robinet cu ventil acționat cu plutitor: 1 - corpul robinetului; 2 - scaunul ventilului; 3 - ventil; 4 - pârghia plutitorului; 5 - plutitor; 6 - racord; 7 - tub de umplere.

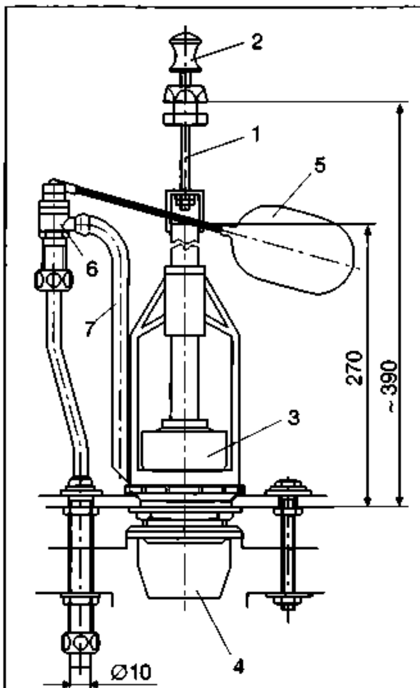


Fig. 2.4.42. Armătură cu preaplin pentru rezervorul de spălare montat pe closet.

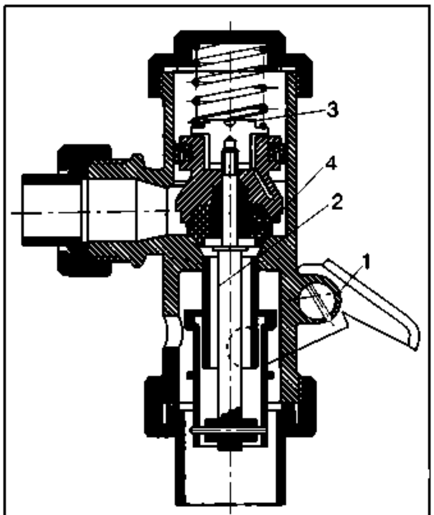


Fig. 2.4.43. Robinet pentru spălarea vasului de closet, cu jet de apă sub presiune.

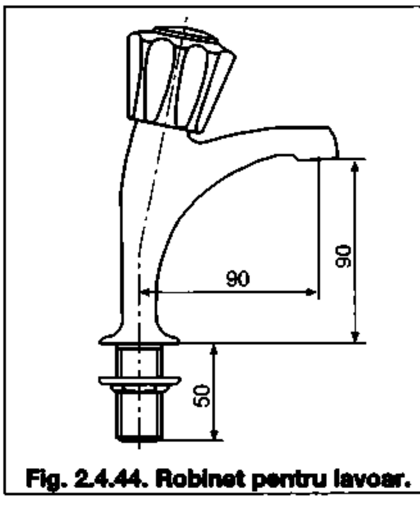


Fig. 2.4.44. Robinet pentru lavoar.

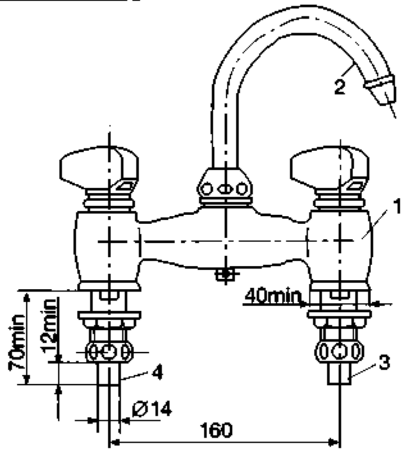


Fig. 2.4.45. Baterie amestecătoare, stativă, pentru lavoar sau spălător:
1 - corpul bateriei; 2 - țeavă de curgere a apei; 3 - racord la conducta de apă rece; 4 - racord la conducta de apă caldă.

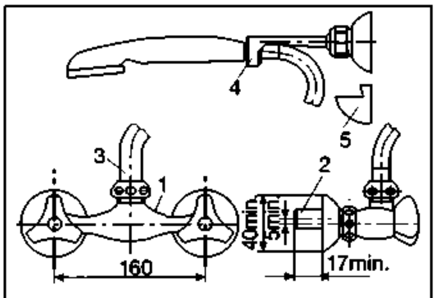


Fig. 2.4.47. Baterie amestecătoare de perete, pentru baie sau duș:
1 - corpul bateriei; 2 - racord excentric; 3 - tub flexibil pentru duș; 4 - suport reglabil pentru duș; 5 - suport fix pentru duș.

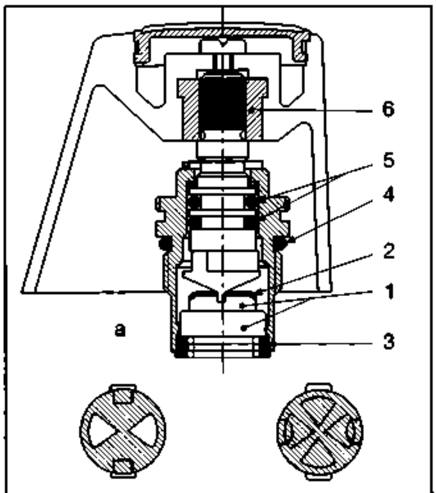


Fig. 2.4.48. Cap de robinet cu discuri ceramice cu deschidere maximă de 1/4 tură cu orificii de tip fluture dispuse în cruce:
a - ansamblu; b - poziția deschisă a discurilor ceramice; c - poziția închisă a discurilor ceramice;
1 - discuri ceramice; 2 - dispozitiv antizgomot; 3 - garnitură de etanșare; 4 și 5 - inele de etanșare; 6 - cap de antrenare.

Pentru laboratoare se produc chiuvete din gresie ceramică antiacidă glazurate în interiorul cuvei și pe suprafețele văzute, cu sau fără spătar.

2.4.2.6 Armături pentru alimentarea cu apă a obiectelor sanitare

• *Robinete*

Sunt armături de serviciu pentru alimentarea obiectelor sanitare cu apă rece. În cazuri speciale când se admite ca amestecul apei să se facă în cuva obiectului sanitar, unele robinete se pot utiliza și pentru apă caldă. Se execută, în general, cu corpul din alamă cromată sau nichelată (mai rar, din mase plastice).

Tipurile uzuale de robinete de serviciu sunt:

- *robinetul de serviciu simplu,* (fig. 2.4.39), având dimensiunile redate în tabelul 2.4.17, poate fi: pentru montare la perete, cu curgere fixă cu jet liber (fig. 2.4.39 a), sau pentru montare pe obiectele sanitare, cu curgere fixă, cu jet perlat (fig. 2.4.39 b);
- *robinetul de serviciu dublu,* (fig. 2.4.40) cu dimensiunile redate în tabelul 2.4.18, executat în două variante: pentru montare la perete, cu curgere fixă și cu racord pentru furtun de cauciuc (fig. 2.4.40 a) și respectiv, cu tub flexibil (fig. 2.4.40 b);
- *robinetul cu ventil, acționat cu plutitor* (fig. 2.4.41) pentru rezervoarele de spălare a closetelor. Se fabrică în trei mărimi, cu dimensiunile redate în tabelul 2.4.19. Plutitorul deschide robinetul pe măsură ce rezervorul se golește de

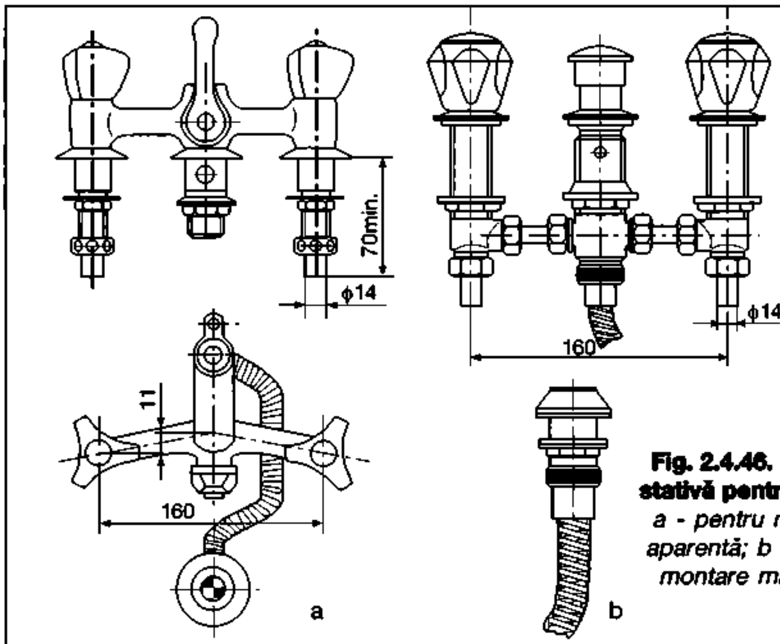


Fig. 2.4.46. Baterie stativă pentru bideu:
a - pentru montare aparentă; b - pentru montare mascată.

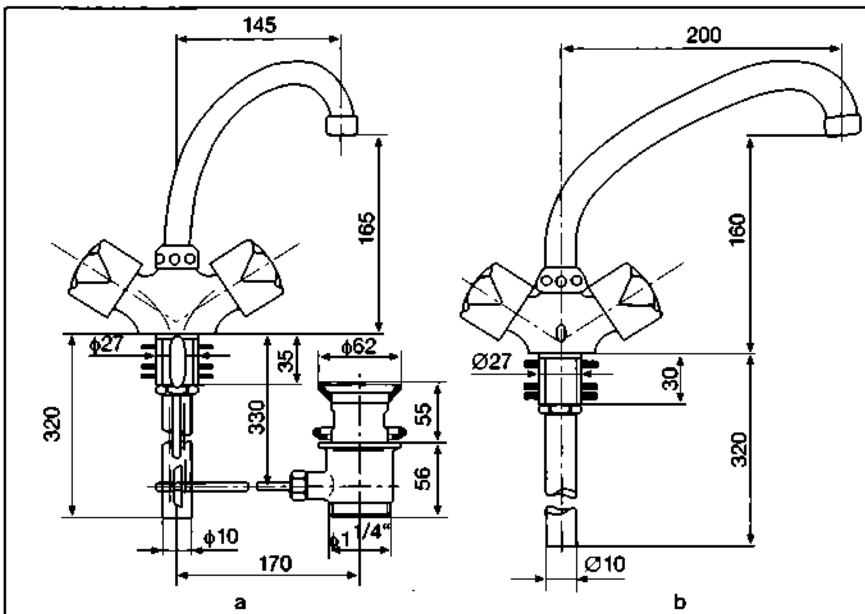


Fig. 2.4.49. Baterie stativă cu un singur orificiu pe obiectul sanitar, pentru montare:
a - pe lavoar, cu dispozitiv de închidere a ventilului de scurgere;
b - pe spălător de bucătărie.

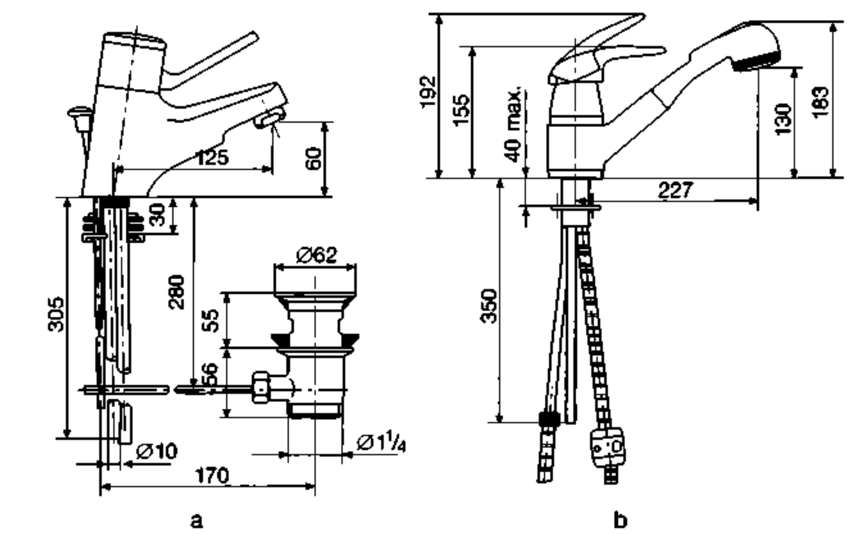
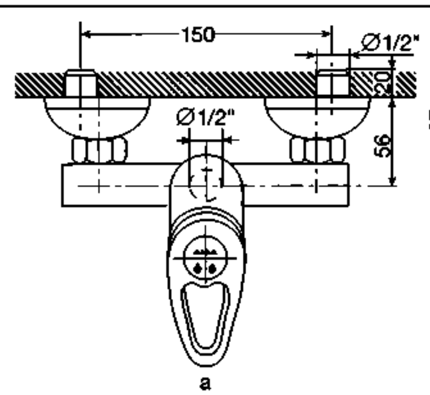


Fig. 2.4.50. Baterii stative cu monocomandă cu un singur orificiu pe obiectul sanitar:
a - pentru lavoare sau bideuri; b - pentru spălătoare de bucătărie.



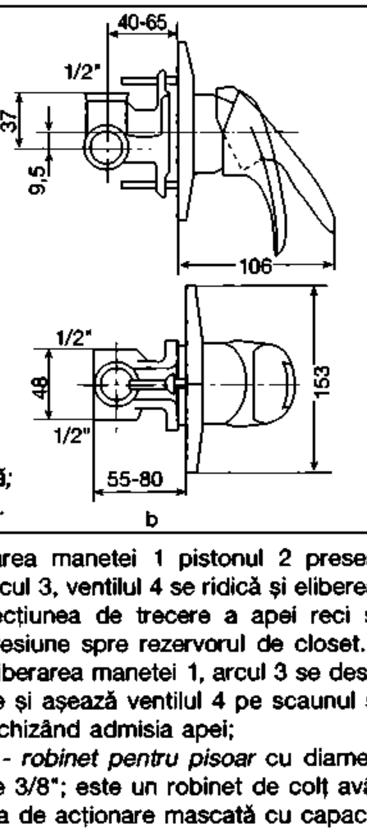


Fig. 2.4.51. Baterii cu monocomandă pentru baie sau duș:
a - baterie de baie, pentru montare aparentă;
b - baterie de duș pentru montare mascată.

apă și închide robinetul când apa din rezervor a atins nivelul pentru care s-a făcut reglarea;

- *armătură cu preaplin pentru rezervorul de spălare montat pe closet* (fig. 2.4.42). Prin ridicarea tijei 1 prevăzută cu mânerul nichelat 2, ventilul 3 se ridică și se deschide orificiul 4 de evacuare a apei din rezervor. În acest timp, plutitorul 5 coboară, deschide robinetul 6 și apa intră în rezervor prin țeava 7. La atingerea nivelului maxim al apei în rezervor, plutitorul 5 închide robinetul 6;

- *armături cu supape pentru rezervorul de spălare montat pe closet:* prin apăsarea unui buton basculant, rezervorul poate fi golit total sau parțial, după necesități;

- *robinet pentru spălarea vasului de closet cu jet de apă sub presiune* (fig. 2.4.43), care înlocuiește rezervorul de spălare cu robinetul cu plutitor. Se montează pe un racord scurt la coloana de apă rece sub presiune. Prin apăsarea manetei 1 pistonul 2 presează arcul 3, ventilul 4 se ridică și eliberează secțiunea de trecere a apei reci sub presiune spre rezervorul de closet. La eliberarea manetei 1, arcul 3 se destinde și așează ventilul 4 pe scaunul său închizând admisia apei;

- *robinet pentru pisoar* cu diametrul de 3/8"; este un robinet de colț având tija de acționare mascată cu capac de protecție nichelat;

- *robinet pentru lavoar* (fig. 2.4.44) *sau spălător* cu diametrul de 1/2" poate fi folosit pentru apă rece sau pentru apă caldă de consum. Diferitele tipuri constructive de robinete de lavoar se deosebesc prin forma corpului, a roții (stelei) de manevră, acoperirea metalică (nichelare, cromare etc.);

- *robinet pentru bideu* se execută numai de tipul stativ cu dimensiunea racordului de 1/2";

Tipurile moderne de robinete produse de firmele străine, includ economizoare cu temporizare hidraulică. Durata temporizării este prestabilită în funcție de destinația armăturii și variază, în mică măsură, în funcție de presiunea apei. În mod uzual timpul de curgere este de 7 s pentru spălarea vaselor de closet și a pisoarelor. Economia de apă realizată variază între 50 și 70 %, față de soluțiile clasice.

Robinete pentru lavoare, dușuri, closete și pisoare cu temporizare electronică sunt armături prevăzute cu ventile electromagnetice, programate electronic și acționate de la distanță prin intermediul unor celule fotoelectrice de detecție cu raze infraroșii, modulate, integrate în corpul armăturii sau amplasate în zona de utilizare a obiectului sanitar respectiv. Dispozitivele de declanșare sunt insensibile la apă sau la lumina ambiantă, naturală sau artificială și determină curgerea apei numai în momentul detectării mișcării în câmpul prestabilit. Închiderea se produce automat după retragerea mâinii sau a corpului din zona activă. Temporizarea este între 3 și 20 s, în funcție de tipul robinetului. Față de armăturile uzuale, se realizează economii cuprinse între 75 și 80 %. Robinetul electronic pentru lavoar, cu celulă fotoelectrică amplasată la extremitatea brațului, dispune de posibilități de reglare a profunzimii câmpului de detecție, prin intermediul unui potențiometru încorporat în modul, precum și de un sistem electronic antiblocare, care împiedică celula să întrerupă curgerea apei. Robinetul este prevăzut cu aero-economizor și dispune de posibilități de reglare a temperaturii apei pe o plajă între 25 și 60 °C precum și de închidere temporizată cu cicluri funcționale de 3,5 s.

Un alt tip de robinet electronic are racordat un detector fotoelectric, focalizat, care poate capta radiațiile infraroșii într-un câmp de până la 20 cm. Un temporizator limitează durata curgerii la 3 s., după care apa se întrerupe automat. Starea de funcționare a dispozitivului este indicată de o diodă electroluminiscentă.

• *Baterii*

Sunt armături care permit utilizarea directă a apei cu o anumită temperatură, amestecarea apei reci cu apa caldă realizându-se prin acționarea a două robinete, unul de apă rece și celălalt de apă caldă, care pot fi acționate manual sau automat.

Bateriile se execută cu corpul din alamă nichelată sau cromată ori din fontă emailată.

Tipurile principale de baterii produse în țară sunt:

• baterii amestecătoare, cu ventil cu garnituri din cauciuc (STAS 8732), pentru presiunea nominală $P_n = 6$ bar și diametrul nominal $D_n = 15$ mm, care pot fi:
- stative, pentru lavoar sau spălător de bu-

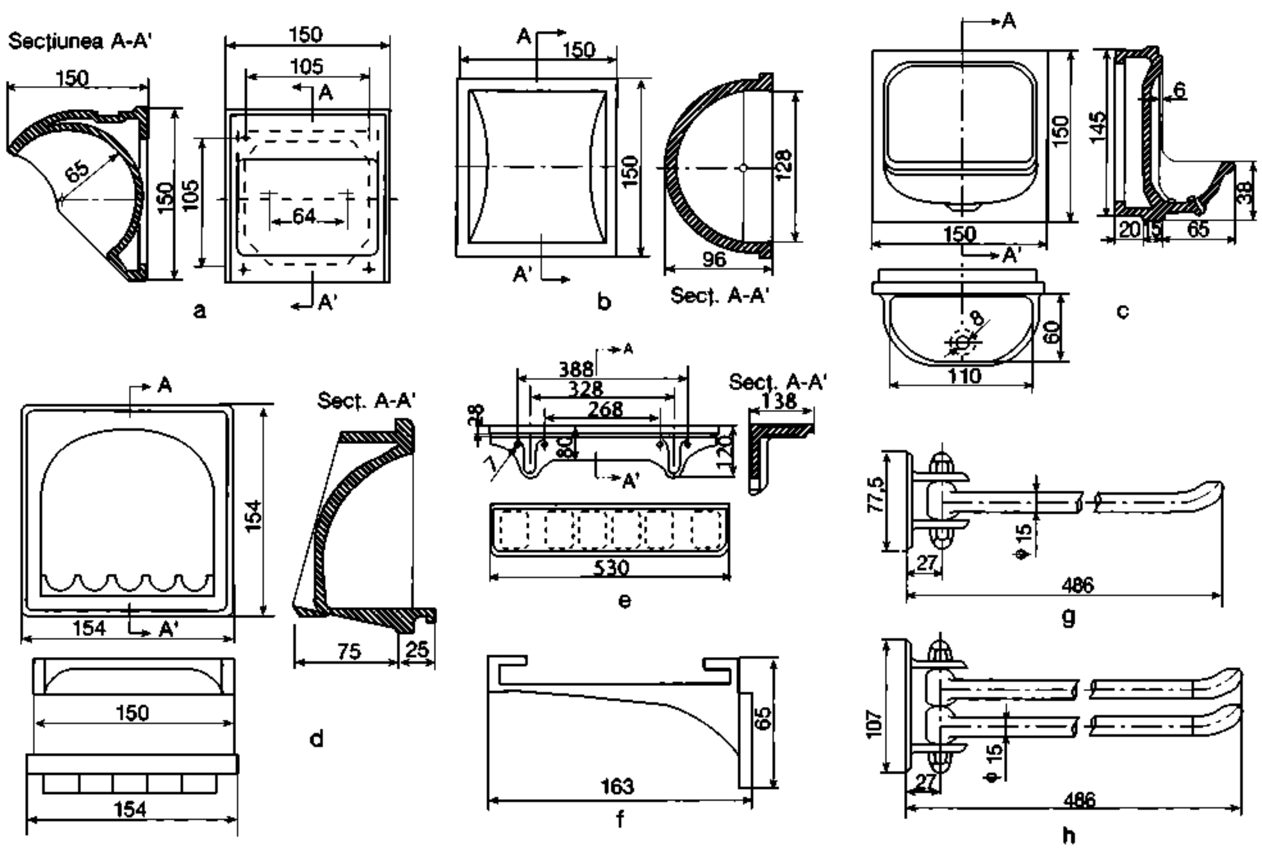


Fig. 2.4.52. Accesorii pentru camere de baie:
a - porthârtie din faianță sau porțelan sanitar, de montat aparent pe perete; b - idem, de montat îngropat în perete; c - săpunieră din faianță sau porțelan sanitar de montat aparent pe perete; d - idem, de montat îngropat în perete; e - etajeră din porțelan sanitar; f - consolă din alamă nichelată pentru etajeră; g - portprosop din alamă, cu un braț; h - idem, cu două brațe.

cătărie (fig. 2.4.45) prevăzute cu țeavă de scurgere (pipă) cu sau fără perlator;
- stative, pentru bideu (fig. 2.4.46), în două variante: pentru montare aparentă (fig. 2.4.46 a) sau mascate în corpul bideului (fig. 2.4.46 b);
- pentru montare pe perete, prevăzute cu duș flexibil (fig. 2.4.47) pentru căzi de baie sau cabine de duș; pentru dușuri se pot folosi tipuri similare de baterii prevăzute cu duș fix, drept sau curb. Pentru lavoare și spălătoare, bateriile au țevi de scurgere (pipe), cu sau fără perlator;

• baterii amestecătoare prevăzute cu capete cu discuri ceramice, care permit închiderea/deschiderea progresivă a unor orificii calibrate, practicate în discuri (pastile) din materiale ceramice, suprapuse și acționate în planuri paralele prin rotire. Etanșarea se realizează prin efectul pelicular, ca urmare a aderenței suprafețelor în contact, datorită gradului înalt de prelucrare.

Principalele avantaje ale capetelor de armături cu plăcuțe ceramice sunt:
- fiabilitate mare conferită de rezistența ridicată a plăcuțelor ceramice;
- reducerea pierderilor de apă prin etanșeitatea deosebită datorită efectului pelicular între plăcuțele ceramice;
- precizia reglării obținută ca urmare a menținerii pozițiilor relative ale orificiilor de curgere;
- maniabilitate ridicată datorită cursei active reduse de 1/4, 1/2, 3/4 tură, precum și a repetitivității pozițiilor;
- configurații ergonomice ale organelor de acționare.

În fig. 2.4.48 se prezintă un exemplu de cap de robinet prevăzut cu două discuri ceramice cu deschiderea de maximum 1/4 tură, cu orificiile de tip fluture, dispuse în cruce. În poziția complet deschis, la 1/4 tură, orificiile sunt în coincidență totală, oferind secțiunea maximă de deschidere. Debitul armăturii variază în funcție de gradul de deschidere și, respectiv, de rezistența hidraulică corespunzătoare acesteia. Aceste tipuri de capete cu discuri ceramice groase pot fi adoptate la toate capetele de armături, debitul variind între 0,17 și 0,87 l/s la deschideri între 30 și 85°.

S-a realizat o mare diversitate de baterii amestecătoare, cu un aspect estetic și o fiabilitate deosebită, diferențiate între ele prin diferite elemente constructive și funcționale. Astfel, unele baterii sunt echipate cu mecanisme antiuzură tip „Protector", constituite dintr-un limitator de cuplu, montat în interiorul dispozitivului de manevră al robinetului, care limitează la o anumită valoare presiunea exercitată asupra dispozitivului de închidere, reducând uzura prin frecare.

Bateriile stative pentru lavoare (fig. 2.4.49 a) sau spălătoare (fig. 2.4.49 b) pot necesita pentru montare un singur orificiu pe obiectul sanitar, iar cele pentru lavoar (fig. 2.4.49 a) pot avea și dispozitiv de închidere a ventilului de scurgere a lavoarului.

Bateriile amestecătoare cu monocomandă, permit reglarea debitului și a temperaturii printr-un organ unic de comandă cu posibilități de acționare pe două direcții (orizontală și verticală).

În corpul bateriei sunt prevăzute clapete de reținere anti-retur care împiedică intercomunicarea circuitelor de apă caldă și apă rece. Unele modele sunt prevăzute opțional și cu dispozitive termostatate pentru limitarea temperaturii maxime a apei calde. Elementul termostatic este compus dintr-un simplu cartuș interșanjabil, prevăzut cu două filtre și cu clapete anti-retur. Bateriile termostatate evită riscul de opărire. Unele tipuri de baterii sunt prevăzute cu duș mobil.

Bateriile stative, cu monocomandă, pentru lavoare necesită pentru montare un singur orificiu pe obiectul sanitar, putând fi prevăzute și cu dispozitiv de închidere a ventilului de scurgere a obiectului sanitar (fig. 2.4.50 a) iar cele

pentru spălătoare (fig. 2.4.50 b) au țeava de scurgere fixă sau reglabilă.

Bateriile cu monocomandă pentru baie sau duș, pot fi montate aparent (fig. 2.4.51 a) sau mascat (fig. 2.4.51 b). Bateriile pentru baie sunt prevăzute cu manetă sau buton de inversare a curgerii apei la duș sau în cadă (fig. 2.4.51 a), cele pentru duș nu au inversor de curgere (fig. 2.4.51 b).

Bateriile pentru dușuri, având termostate integrate și selectoare de jet, permit obținerea instantanee a jetului ploaie sau jetului de hidromasaj precum și reglarea formei și intensității jetului, prin rotirea difuzorului în diferite poziții.

2.4.2.7 Accesorii pentru obiecte sanitare

Accesoriile completează dotarea tehnico-sanitară a spațiilor de utilizare a apei, îndeplinind funcțiuni auxiliare și contribuind la sporirea gradului de confort.

Din categoria accesoriilor de uz curent fac parte: console, etajere, săpuniere, portprosoape, portpahare, oglinzi, cuiere etc.

Diversitatea obiectelor sanitare, determinată de tip, modele, materiale și dimensiuni, a generat o gamă la fel de largă de accesorii, pentru a permite realizarea celor mai potrivite combinații estetice.

Materialele folosite pentru realizarea accesoriilor sanitare sunt dintre cele mai diferite: cristal, sticlă, porțelan sanitar, inox, lemn, materiale plastice sau compozite.

În fig. 2.4.52 sunt prezentate câteva tipuri de accesorii.

Din accesoriile pentru baie, fac parte și uscătoarele de prosoape prin care circulă de obicei, agentul termic pentru încălzire. Acestea sunt constituite din registre de țevi de diferite grosimi, din țevi de inox și fac parte din instalațiile de încălzire.

2.4.3. Stabilirea tipurilor, determinarea numărului obiectelor sanitare și amplasarea lor în planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme

Dotarea tehnică a clădirilor, cu obiecte sanitare, armături și accesorii, se face în funcție de destinațiile, caracteristicile și gradul de confort al clădirilor, precum și de cerințele investitorilor.

2.4.3.1 Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare

• **Clădiri de locuit**

Dotarea minimă cu obiecte sanitare (conform STAS 1478) cuprinde:

- în camere de baie: lavoar, closet, cadă de baie sau duș și receptor sifonat pentru colectarea apei de pe pardoseală;
- în bucătării: spălător de vase cu cuvă și platformă (picurător).

În blocurile de locuințe noi (conform Legii nr. 114/1996), pe lângă dotarea minimă cu obiecte sanitare, se prevede numărul de camere de baie sau grupuri sanitare pentru apartamente, în funcție de numărul de camere și a suprafeței locuibile:

- la apartamentele, cu 1 cameră, cu suprafața locuibilă utilă minimă, de 37 m^2 și la apartamentele, cu 2 camere, cu suprafața locuibilă utilă minimă de 52 m^2, se prevede 1 cameră de baie (dotată cu obiecte sanitare ca mai sus);
- la apartamentele, cu 3 camere cu suprafața locuibilă utilă minimă de 66 m^2 se prevede 1 cameră de baie și 1 grup sanitar suplimentar, dotat cu closet și lavoar mic;
- la apartamentele, cu 4 camere cu suprafața locuibilă minimă de 74 m^2 se prevede 1 cameră de baie și 1 grup sanitar suplimentar dotat cu duș, lavoar mic, closet și cu sifon de pardoseală;
- la apartamentele, cu 5 camere, cu suprafața locuibilă minimă de 87 m^2 se prevăd 2 camere de baie;
- în bucătăriile pentru apartamente, indiferent de numărul de camere, se prevede dotarea cu 1 spălător cu cuvă și picurător și sifon de pardoseală.

Se recomandă prevederea în camera de baie sau în grupul sanitar suplimentar a racordurilor de apă rece, apă caldă și canalizare pentru mașina de spălat rufe, iar în bucătărie a racordurilor pentru apă rece, apă caldă și canalizare pentru mașina de spălat vase.

Camerele de baie și grupurile sanitare suplimentare se dotează cu următoarele accesorii: etajeră, oglindă, portprosop, portsăpun, porthârtie și cuier.

Se recomandă dotarea clădirilor de locuit cu 1 chiuvetă cu robinet dublu serviciu, amplasată în camerele de colectare a gunoiului, pentru asigurarea condițiilor de igienă și curățenie în aceste încăperi și în spațiile comune de circulație, cu condiția să nu existe pericolul de îngheț pentru instalațiile de alimentare cu apă.

• **Clădiri administrative și social-culturale.**

Stabilirea tipurilor și numărului obiectelor sanitare pentru clădirile administrative și social-culturale se face în funcție de destinațiile clădirilor, gradul de confort al acestora și de numărul de persoane care le folosesc, conform tabelului 2.4.20, Anexa I.2.4 în care s-a notat:

b - numărul bărbaților;

f - numărul femeilor.

Pentru clădiri ce nu pot fi asimilate cu cele din tabelul 2.4.20 determinarea tipurilor, numărului și repartiției pe sexe a obiectelor sanitare se face pe baza datelor stabilite de proiectant prin asimilare.

În clădiri administrative și social-culturale se prevăd grupuri sanitare separate pe sexe; în clădiri în care lucrează maximum 10 persoane se prevede un singur grup sanitar, comun pentru bărbați și femei, prevăzut cu 1 lavoar, 1 closet și 1 duș (pentru duș trebuie să se țină seamă de prevederile din tabelul 2.4.20).

În cazurile în care grupurile de dușuri sunt amplasate separat de closete, se prevede în plus câte 1 closet la fiecare 10 dușuri, iar în cazul în care grupurile de closete sunt montate separat de grupurile de lavoare se prevede suplimentar câte 1 lavoar pentru fiecare 10 closete, dar minimum 1 lavoar.

La fiecare nivel se prevede 1 chiuvetă care se amplasează, de preferință, în grupul sanitar pentru femei, sau într-o încăpere destinată materialului gospodăresc. În camerele de colectare a gunoiului se prevede 1 chiuvetă cu robinet dublu serviciu cu condiția să nu existe pericolul de îngheț pentru instalațiile de alimentare cu apă.

Amplasarea grupurilor sanitare și a punctelor de consum al apei se face astfel încât să fie asigurate accesul și folosirea lor ușoară, distanța maximă de parcurs fiind de 50 m, fără a depăși 3 m pe verticală. De regulă, grupurile sanitare se amplasează la fiecare nivel al clădirii; pentru clădiri administrative se admite amplasarea grupurilor sanitare între două niveluri.

Pe lângă obiectele sanitare prevăzute în tabelul 2.4.20, în funcție de specificul clădirilor, se ține seama de prevederile și dotările suplimentare, care se prezintă în continuare.

Clădirile de birouri. Grupurile sanitare se prevăd numai cu closete, pisoare și lavoare. Pentru institutele de proiectare se prevede, la fiecare atelier, câte 1 lavoar, iar, pe lângă atelierele de ediție, legătorie și copiere se prevede și câte 1 duș.

În fig. 2.4.53 a, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare la birouri.

Săli de spectacole și teatre. În fiecare cabină de actori se prevede câte 1 lavoar, iar în cabinele de actori cu un grad ridicat de confort se prevede câte un grup sanitar prevăzut cu closet, lavoar și duș.

Pentru sălile de repetiție se prevăd grupuri sanitare la care numărul de obiecte sanitare se stabilește în funcție de capacitatea sălilor respective.

Dușurile pentru actori se prevăd cu cabine individuale în care se face și dezbrăcarea, considerând 1 duș pentru 5 persoane. Pentru sălile de repetiție prevăzute cu cabine de duș cu dezbrăcare într-o încăpere comună, se consideră maximum 8 persoane pentru 1 duș.

La bufetele teatrelor se prevăd spălătoare simple sau duble cu uscător și chiuvetă pentru curățire, alimentate cu apă rece și caldă.

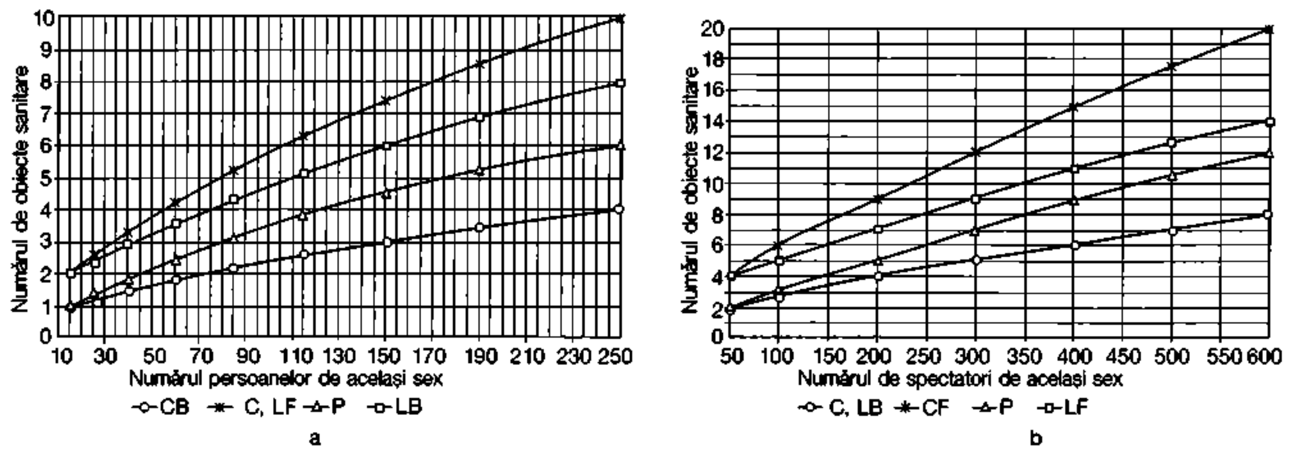


Fig. 2.4.53. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare:
a - la birouri; b - pentru spectatori, la teatre, săli polivalente și cluburi cu săli de spectacole;
CB - closete pentru bărbați; C, LF - closete și lavoare pentru femei; P - pisoare; LB - lavoare pentru bărbați; C, LB - closete și lavoare pentru bărbați; CF - closete pentru femei; LF - lavoare pentru femei.

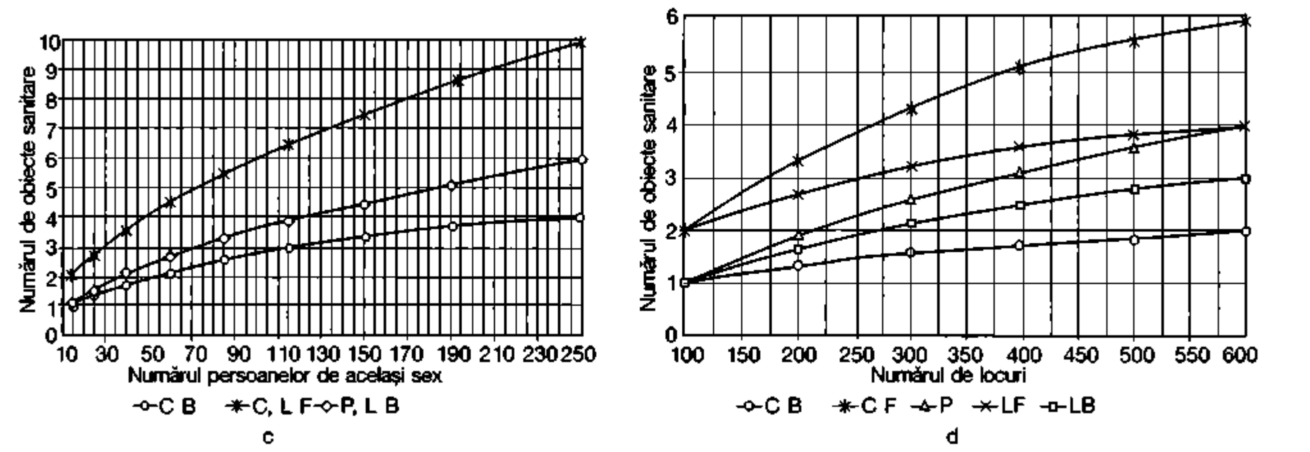


Fig. 2.4.53. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare:
c - pentru artiști la teatre, săli polivalente și cluburi cu săli de spectacole; d - la cinematografe;
CB - closete pentru bărbați; C, LF - closete și lavoare pentru femei; P, LB - pisoare și lavoare pentru bărbați; CF - closete pentru femei; P - pisoare; LF - lavoare pentru femei; LB - lavoare pentru bărbați.

În fig. 2.4.53 b, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului de obiecte sanitare în funcție de numărul de spectatori de același sex, pentru teatre, săli polivalente cluburi cu săli de spectacole.

În fig. 2.4.53 c, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare pentru artiști la teatre, săli polivalente și cluburi cu săli de spectacole.

Cinematografe. La cele cu 2 sau mai multe niveluri se prevăd grupuri sanitare la fiecare nivel (fig. 2.4.53 d).

La bufetele cinematografelor se prevede 1 spălător simplu cu uscător și 1 chiuvetă pentru curățenie în cazul în care distanța dintre bufet și chiuveta amplasată în debara sau grupul sanitar este mai mare de 25 m.

Pentru cabinele de proiecție se prevede un grup sanitar dotat cu lavoar, closet și duș, dacă nu există grup sanitar pe același nivel cu cabina de proiecție sau dacă distanța între cabina de proiecție și grupul sanitar pentru public este mai mare de 15 – 20 m.

Cantine și restaurante. Se prevăd grupuri sanitare pentru personal și pentru consumatori, separate unele de altele.

Grupurile sanitare pentru consumatori se dotează cu lavoare, closete, pisoare și fântâni de băut apă; ele sunt separate pe sexe și se amplasează astfel încât accesul la ele să se facă din holuri și nu direct din sala de mese.

Pentru personal, grupurile sanitare sunt separate pe sexe (de la mai mult de 5 persoane) și sunt dotate cu lavoare, closete, pisoare și dușuri.

Obiectele sanitare prevăzute în tabelul 2.4.20 sunt specifice grupurilor sanitare pentru personal și pentru consumatori; celelalte obiecte sanitare, necesare în bucătării, grupuri de preparare, laboratoare de cofetărie etc., fac parte din categoria de obiecte sanitare legate de procesele de pregătire și preparare a hranei și se fixează de proiectant în funcție de mărimea și specificul restaurantului.

Pentru asigurarea condițiilor de igienă este obligatorie prevederea lavoarelor pentru spălat pe mâini în bucătării, laboratoare de cofetărie, distribuție de alimente etc., precum și a robinetelor dublu serviciu la o serie de spălătoare, chiuvete și bazine, pentru a permite racordarea furtunului pentru spălat pardoseala.

În fig. 2.4.54 a se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare la restaurante sau cantine în funcție de numărul de persoane de același sex, iar în fig. 2.4.54 b, nomograma indică numărul și felul obiectelor sanitare pentru personal.

Cămine, grădinițe și creșe. Caracteristic pentru aceste clădiri este faptul că grupurile sanitare sunt comune pentru copii de ambele sexe.

La cămine și grădinițe se prevăd closete și lavoare, iar căzi de baie numai

pentru căminele și grădinițele cu program săptămânal.

Pentru căminele și grădinițele cu program normal sau redus nu se prevăd căzi de baie.

La creșe se prevăd, în grupurile sanitare, vidoare sau, în lipsa acestora, closete care se pot utiliza ca vidoare, precum și chiuvete. Căzile de baie se

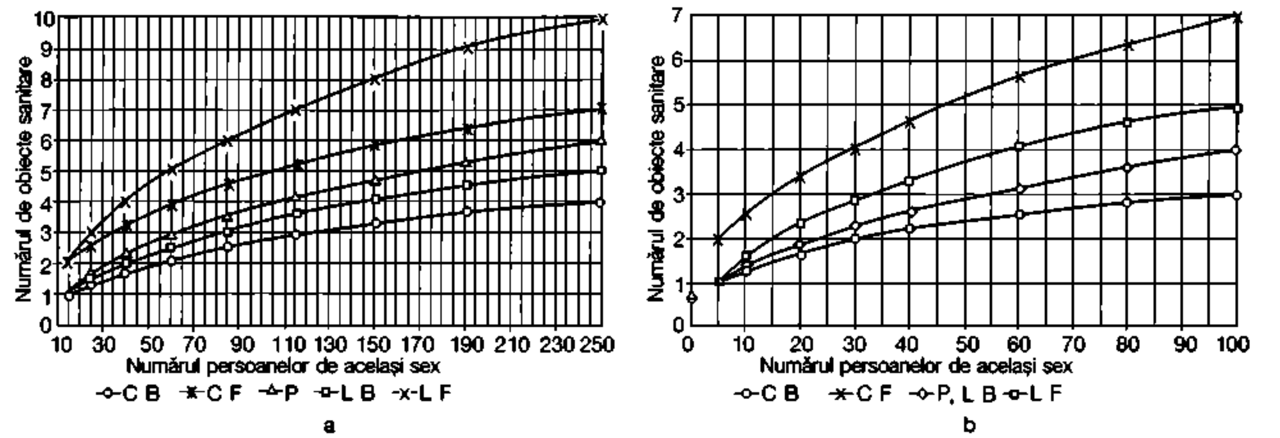


Fig. 2.4.54. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare:
a - pentru consumatori la restaurante și cantine; b - pentru personal la restaurante și cantine:
CB - closete pentru bărbați; CF - closete pentru femei; P - pisoare; LB - lavoare pentru bărbați; CF - lavoare pentru femei; P, LB - pisoare și lavoare pentru bărbați.

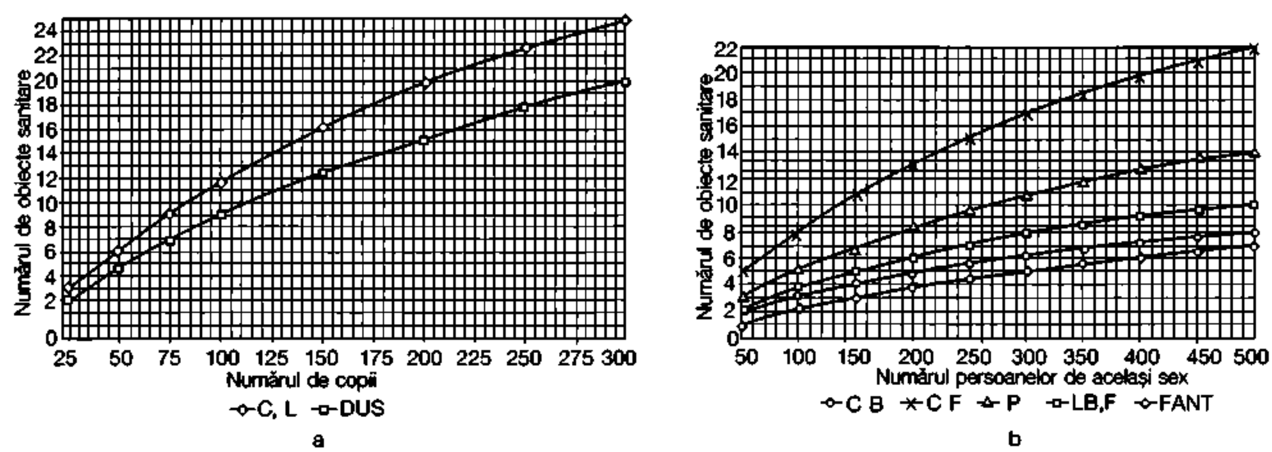


Fig. 2.4.55. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare la:
a - grădinițe, în funcție de numărul de copii; b - clădiri de învățământ superior și școli:
C, L - closete și lavoare; DUS - dușuri; CB - closete ptr. bărbați; CF - closete ptr. femei; P - pisoare;
LB, F - lavoare ptr. bărbați și pentru femei, FANT - fântâni pentru băut apă.

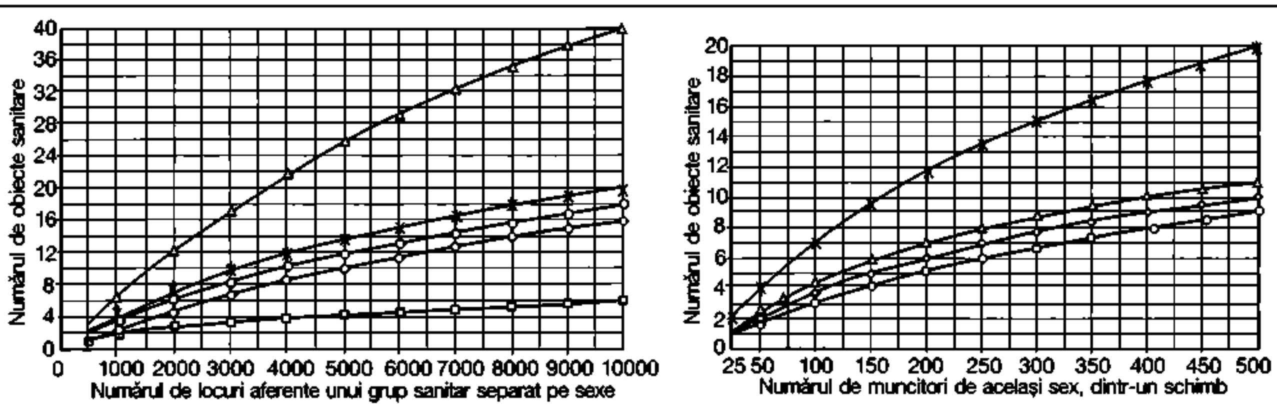


Fig. 2.4.56. Nomogramă pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare:
a - pentru săli și terenuri de sport, stadioane; b - la unitățile de producție:
CB - closete pentru bărbați; CF - closete pentru femei; P - pisoare; FANT - fântâni pentru băut apă; LB, F - lavoare pentru bărbați și femei.

prevăd la creșe numai dacă au program săptămânal.

În fig. 2.4.55 a, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare, la grădinițe, în funcție de numărul de copii.

Institute de învățământ, școli. Numărul de obiecte sanitare este valabil pentru elevii și studenții de același sex, de pe același nivel, care utilizează un grup sanitar.

Obiectele sanitare din laboratoare se stabilesc ținând seama de felul experiențelor care se efectuează.

Pentru grupurile sanitare de pe lângă sălile de gimnastică și ateliere este obligatorie alimentarea cu apă caldă, obiectele sanitare prevăzându-se cu baterii de apă caldă și rece.

În fig. 2.4.55 b se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare, în funcție de numărul de elevi sau studenți de același sex.

Spitale. Camerele pentru bolnavi se dotează cu obiecte sanitare conform indicațiilor date de proiectant cu precizarea că este indicat să se prevadă în fiecare cameră de spitalizare câte 1 lavoar.

Dotarea cu obiecte sanitare a grupurilor sanitare depinde de profilul funcțional al spitalelor. Astfel, pentru o serie de boli este contraindicată baia, iar pentru altele, baia nu poate fi efectuată decât prin introducerea bolnavului cu ajutorul unor cărucioare speciale.

Oficiile de distribuire a mâncării sau pentru alte servicii legate de alimentație, se dotează cu câte 1 spălător dublu cu uscător.

Băi publice. Numărul căzilor de baie și al dușurilor, precum și repartiția pe sexe se fixează de proiectant. Unele băi publice se prevăd numai cu dușuri, altele cu dușuri și căzi de baie, iar altele sunt dotate și cu bazine de înot.

Terenuri de sport și stadioane. Numărul de dușuri se stabilește în funcție de felul activității sportive (care murdăresc mai puțin sau mai puternic corpul), în funcție de felul în care se face dezbrăcarea (în vestiare comune sau în cabine

Tabelul 2.4.21. Numărul de lavoare sau locuri de spălare a mâinilor și de dușuri, pentru clădiri de producție, în funcție de categoria procesului tehnologic

Grupa procesului tehnologic	Caracteristica proceselor tehnologice	Numărul de muncitori la 1 lavoar sau 1 loc de spălare	Numărul de muncitori la 1 duș cu cabine	Numărul de muncitori la 1 duș fără cabine
I	Procese tehnologice ce se desfășoară în condiții de contact cu praful, dar fără degajare de substanțe chimice, fără contact cu produse iritante asupra pielii:			
I a	- care produc murdărirea mâinilor (de ex.: prelucrarea la rece a metalelor, croitorie, tricotaje, asamblare mecanică etc.);	15	10	15
I b	- care produc murdărirea mâinilor și corpului (de ex.: lucrări de reparații sau întreținere a mașinilor și utilajelor etc.).	12	8	12
II	Procese tehnologice care au loc în condiții de microclimat nefavorabil:			
II a	- cu temperatură ridicată și radiații calorice (de ex.: cuptoare, laminoare, forje, tratamente termice);	10	6	10
II b	- cu temperatură scăzută (de ex.: muncă de exterior, în instalații frigorifice);	10	6	10
II c	- cu folosirea unei cantități mari de apă în procesul tehnologic (de ex.: procese la ateliere umede, spălătorii).	10	6	10
III	Procese de muncă ce se desfășoară în condiții de degajare de praf, fără alte substanțe chimice sau produse iritante asupra pielii:			
III a	- cu degajare medie și mare de praf (de ex.: turnătorii, fabricarea materialelor de construcții, industria inului și a cânepii, fabrici de ciment etc.);	10	6	10
III b	- cu degajare intensivă de negru de fum, cu praf de gudron, cu praf de cărbune (de ex.: fabricarea și manipularea negrului de fum, a gudroanelor, exploatări miniere de cărbune etc.).	8	5	8
IV	Procese de muncă ce au loc în condiții de contact cu substanțe toxice:			
IVa	- cu acțiune iritantă asupra pielii prin contact direct (de ex.: contact cutanat permanent cu acizi, reactivi, materii corosive, crom etc.);	10	6	10
IV b	- cu acțiune toxică generală (de ex.: prelucrarea plumbului, mediu de lucru cu nitro și amino derivați ai hidrocarburilor aromatice, mercur, alte metale grele etc.);	8	5	8
IV c	- gaze și vapori care pot produce intoxicații acute (de ex.: locuri de muncă având risc de intoxicație cu clor, acid cianhidric și compuși cianici, benzen, gaze iritante respiratorii etc.)	8	5	8
V	Procese de muncă unde se manipulează și se prelucrează materiale infectate (de ex.: materiale biologice infectate)	6	4	6
VI	Procese tehnologice care necesită un regim special pentru asigurarea calității producției:			
VI a	- legate de prelucrarea produselor alimentare (de ex.: procese tehnologice din fabricile de pâine, laboratoare de cofetărie, combinate de carne, bucătării etc.);	10	6	10
VI b	- legate de producția medicamentelor, produselor biologice și materialelor sanitare (de ex.: producția medicamentelor, pansamentelor, serurilor, vaccinurilor etc.).	8	5	8

Observații:

1. Prin numărul muncitorilor de la un obiect se înțelege numărul muncitorilor de același sex dintr-un schimb. 2. Lavoarele sau locurile de spălare aferente vestiarelor se prevăd cu apă rece și caldă. 3. Dușuri se prevăd numai pentru persoane care lucrează direct în procesul de producție. 4. Pentru grupa I a procesului tehnologic, necesitatea prevederii dușurilor se stabilește de proiectant. 5. Lavoare sau locuri de spălare se prevăd pentru toate persoanele care nu folosesc dușurile. 6. Numărul lavoarelor și dușurilor se stabilește în raport cu schimbul cu numărul maxim.

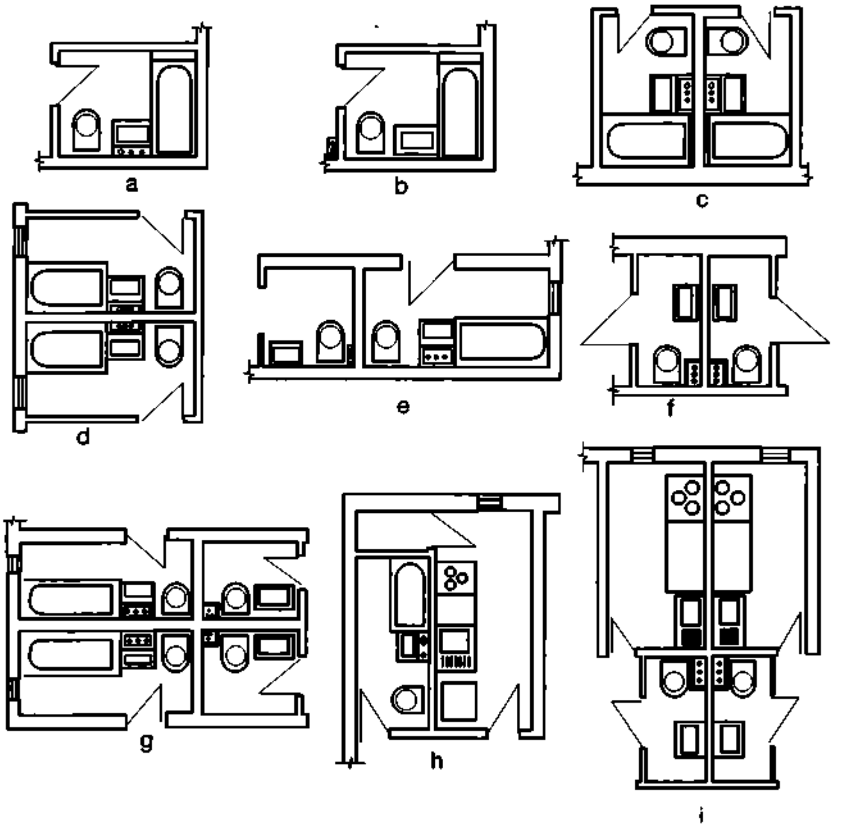


Fig. 2.4.57. Amplasarea obiectelor sanitare în clădirile de locuit:
a - cameră de baie cu nodul de conducte în spatele lavoarului; b - idem, cu nodul de conducte în afara camerei de baie; c și d - camere de baie cuplate; e - cameră de baie cuplată cu cameră de W.C.; f - cuplarea a două camere de W.C.; g - cuplarea a două camere de baie și a două camere de W.C.; h - cuplarea unei camere de baie cu o bucătărie; i - cuplarea a două bucătării și a două camere de W.C.

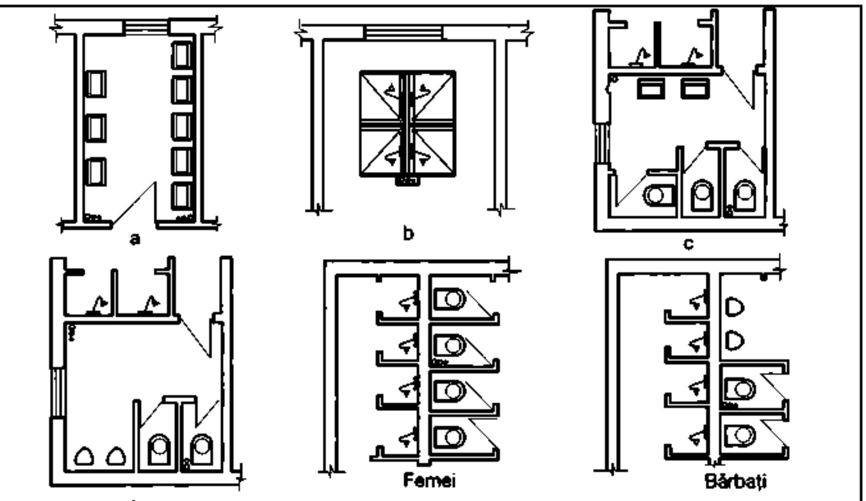


Fig. 2.4.58. Amplasarea obiectelor sanitare în cămine:
a - spălător cu lavoare și băițe de picioare; b - încăpere de dușuri cu amplasarea lor pe mijlocul camerei; c - grup sanitar pentru femei; d - grup sanitar pentru bărbați; e - grup de W.C.-uri cuplat cu grup de dușuri, pentru femei; f - idem, pentru bărbați.

individuale) și în funcție de durata de utilizare a dușurilor. Durata maximă de utilizare a dușurilor se consideră de 30 min în cazul dușurilor cu dezbrăcare în vestiare comune și de 45 min în cazul în care dezbrăcarea se face în cabine individuale.

Numărul de sportivi care se ia în calcul pentru stabilirea numărului de dușuri este:

8 - la dușuri cu dezbrăcare în vestiare comune, cu durata de folosire a acestora de 30 min, pentru activități sportive care murdăresc puternic corpul;

12 - idem, pentru activități sportive care murdăresc mai puțin corpul;

5 - la dușuri cu dezbrăcare în cabine individuale, cu durata de folosirea acestora de 45 min pentru activități sportive care murdăresc puternic corpul;

8 - idem, pentru activități sportive care murdăresc mai puțin corpul;

Numărul de obiecte sanitare pentru săli, terenuri de sport și stadioane, în funcție de numărul de locuri, este prezentat în tabelul 2.4.20 și mai detaliat în graficul din fig. 2.4.56 a.

Gări de călători. Dotarea cu obiecte sanitare depinde de mărimea traficului de călători în 24 h, considerându-se egală ca repartiție pe sexe.

Obiectele sanitare pentru diferite servicii ale gării se asimilează celorlalte categorii de clădiri cuprinse în tabelul 2.4.20. În cazul în care pentru o parte din personal se prevăd apartamente, acestea se dotează la fel ca garsonierele, căminele de nefamiliști sau clădirile de locuit.

Centrale termice, centrale de ventilare, puncte termice. Se prevăd obiecte sanitare numai în cazul în care există personal permanent de exploatare și atunci când distanța până la un grup sanitar este mai mare de 50 m, la circulația prin interiorul clădirii, respectiv 30 m la circulația prin exteriorul clădirii.

Grupul sanitar se dotează cu closet, lavoar, iar în cazul centralelor termice și cu duș. Pentru curățenie se prevede 1 chiuvetă cu robinet dublu serviciu.

• *Clădiri industriale.*

Numărul de closete, pisoare, fântâni de băut apă sunt date în tabelul 2.4.20, iar numărul de lavoare și de dușuri este dat în tabelul 2.4.21, în funcție de grupa procesului tehnologic, de substanțele care se prelucrează și de gradul de murdărire a corpului, ținând seamă de normele de protecție a muncii.

Pentru evitarea subdimensionărilor, prevederile din tabelul 2.4.21 se aplică pentru un singur grup sanitar la care are acces numărul maxim de muncitori de același sex și apoi se stabilește pentru fiecare grup sanitar, numărul de obiecte sanitare în funcție de grupele de procese tehnologice.

În fig. 2.4.56 b, se prezintă nomograma pentru stabilirea numărului și felului obiectelor sanitare la unități de producție.

În întreprinderile cu peste 25 de femei pe schimb, se amenajează, la vestiare, încăperi destinate igienei intime a femeii. Aceste încăperi se prevăd cu instalații de spălare cu jet ascendent sau duș mobil, cu apă rece și caldă; de la 100 femei în sus, o astfel de instalație completată cu 1 lavoar și 1 closet se prevede la fiecare 50 de femei.

Se admite ca grupurile sanitare să fie amplasate câte 1 pentru 2 niveluri, cu condiția ca distanța maximă de parcurs, până la acestea să fie de 50 m, fără a depăși 3 m pe verticală.

Fântânile de băut apă se amplasează în interiorul halelor și în grupurile sanitare, cu condiția ca distanța maximă până la ele să nu depășească 50 m.

Pentru curățenie, se prevăd chiuvete, care se amplasează în grupurile sanitare pentru femei sau în încăperi speciale pentru materiale de curățenie.

2.4.3.2 Amplasarea obiectelor sanitare în planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme

Obiectele sanitare se amplasează în planurile de arhitectură ale clădirii la scara desenului respectiv. Cotele de montare a obiectelor sanitare precum și distanțele minime, pe orizontală, între obiectele sanitare și între acestea și elementele de construcții sunt indicate (conform STAS 1504), în tabelele 2.4.22, (Anexa I.2.4) și 2.4.23 (Anexa I.2.4).

Obiectele sanitare se reprezintă în planuri și în scheme prin semne convenționale (tab. 2.4.1), având dimensiunile principale de gabarit ale obiectului respectiv reduse la scara desenului (de regulă 1:50). În faza de proiectare detalii de execuție (D.D.E), se întocmesc detalii ale grupurilor sanitare, la scara 1:10 sau 1:20.

În fig. 2.4.57, sunt prezentate câteva variante de amplasare a obiectelor sanitare în camerele de baie ale clădirilor de locuit, iar în fig. 2.4.58. sunt prezentate câteva variante de amplasare a obiectelor sanitare într-un cămin cu grupuri sanitare comune.

2.4.4. Calculul hidraulic al conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer

Rețelele interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă pentru consum menajer, reprezintă sisteme de conducte sub presiune, pentru care se adoptă modelul de calcul al curentului unidimensional de fluid incompresibil.

Se disting două categorii de probleme:

- *de dimensionare,* când se cunosc caracteristicile geometrice ale instalației (configurația geometrică a instalației, cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristice ale rețelei, lungimile tronsoanelor de conducte, valorile rugozității suprafețelor interioare ale conductelor în funcție de natura materialelor acestora), debite ce trebuie transportate cu un anumit regim al presiunilor, vitezele medii economice ale apei în fiecare tronson de conductă și se cere determinarea diametrelor conductelor, calculul pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) și sarcina hidrodinamică necesară H_{nec}, în secțiunea conductei de alimentare cu apă a instalației;
- *de verificare,* când pentru o instalație interioară dată, pentru care se cunosc caracteristicile geometrice ale rețelei, diametrele tuturor tronsoanelor și debitele de calcul, se cere să se determine pierderile totale de sarcină (liniare și locale) și sarcina hidrodinamică efectivă H_{ef}, în secțiunea conductei de alimentare cu apă a instalației.

Configurația geometrică, lungimile tronsoanelor și cotele geodezice ale tuturor punctelor caracteristice ale rețelei de conducte, rezultă din amplasarea

Tabelul 2.4.24. Debitele specifice de apă caldă și rece, echivalenții de debit, presiunile normale de utilizare pentru bateriile și robinetele de alimentare cu apă pentru consum menajer

Nr. crt.	Denumirea punctului de consum	Debit specific [l/s]	Echivalenți de debit *E*	Presiunea de utilizare [kPa]
	A. Baterii pentru:			
1	Spălător DN 15 sau chiuvetă DN 15	0,20	1,00	20
2	Spălător DN 20	0,30	1,50	20
3	Cazan de baie DN 15	0,20	1,00	30
4	Cadă de baie DN 15 la prepararea centrală a apei calde	0,20	1,00	30
5	Duș flexibil DN 15	0,10	0,50	30
6	Baie DN 20 (pentru tratamente)	0,30	1,50	30
7	Duș DN 15	0,20	1,00	30
8	Duș masaj hidraulic DN 20	0,30	1,50	30
9	Albie de spălat rufe DN 15	0,20	1,00	20
10	Baie de picioare DN 15	0,10	0,50	20
11	Lavoar DN 15	0,07	0,35	20
12	Spălător circular la fiecare baterie DN 15	0,10	0,50	20
	B. Robinete pentru:			
13	Spălător DN 15	0,20	1,00	20
14	Spălător DN 20	0,30	1,50	20
15	Chiuvetă DN 15	0,20	1,00	20
16	Albie de spălat rufe DN 15	0,20	1,00	20
17	Cazan de fiert rufe DN 15	0,20	1,00	20
18	Încălzitor de apă cu gaze DN 15	0,20	1,00	35 *min
19	Marmită DN 15	0,20	1,00	20
20	Rezervor de pisoar DN 15	0,20	1,00	20
21	Pisoar individual DN 10	0,035	0,17	20
22	Spălător circular la fiecare robinet DN 15	0,07	0,35	20
23	Baie de picioare DN 15	0,07	0,35	20
24	Lavoar DN 15	0,07	0,35	20
25	Bideu DN 15	0,07	0,35	20
26	Rezervor de closet DN 10	0,10	0,50	20
27	Rezervor de closet DN 15	0,15	0,75	20
28	Spălare closet sub presiune DN 15	1,20	6,00	60*
29	Fântână de băut apă	0,035	0,17	20
30	Mașină de spălat vase DN 15	0,10	0,50	40*
31	Mașină de spălat rufe DN 15	0,17	0,85	40*
32	Robinet de stropit grădina DN 15	0,17	0,85	60*
33	Robinet de stropit grădina DN 20	0,25	1,25	60*
34	Robinet de stropit grădina DN 25	0,30	1,50	60*
35	Robinet pentru mașina de evacuare hidraulică deșeuri menajere	0,25	1,25	50*
36	Hidrant de stropit DN 20	0,60	3,00	100*
37	Hidrant de stropit DN 25	0,80	4,00	100*
38	Robinet dublu/simplu serviciu DN 10	0,10	0,50	20
39	Robinet dublu/simplu serviciu DN 15	0,20	1,00	20
40	Robinet dublu/simplu serviciu DN 20	0,30	1,50	20
41	Robinet dublu/simplu serviciu DN 25	0,50	2,50	20
42	Robinet cișmea curte DN 15	0,20	1,00	40*
43	Robinet cișmea curte DN 20	0,30	1,50	40*
44	Robinet cișmea curte DN 25	0,40	2,00	40*
45	Robinet cișmea stradă DN 20	0,60	3,00	60*
46	Robinet cișmea stradă DN 25	0,90	4,50	60*
47	Robinet cișmea stradă DN 30	1,20	6,00	60*

* conform datelor din prospectul pentru tipul ales

instalației în planurile de arhitectură ale clădirii și în scheme.

2.4.4.1 Debite specifice, echivalenți de debite, presiuni normale de utilizare pentru armăturile obiectelor sanitare

- *Debitul specific de calcul* al unei armături pentru un obiect sanitar (robinet, baterie amestecătoare de apă rece și apă caldă de consum), care se mai numește și consum specific, este un debit convențional, exprimat în [l/s] și considerat normal pentru o anumită întrebuințare a apei.
- *Echivalentul de debit* al unei armături pentru un obiect sanitar se definește ca raportul între debitul specific al armăturii respective, $\dot{V}_s$, și un debit specific $\dot{V}_{su} = 0,20$ l/s, ales convențional ca unitate de măsură;

$$E = \frac{\dot{V}_s}{\dot{V}_{su}} = \frac{\dot{V}_s}{0,20} \qquad (2.4.2)$$

- *Presiunea normală* de utilizare este presiunea disponibilă (sau de serviciu) în secțiunea de ieșire a apei din armătura unui obiect sanitar, care asigură în această secțiune o viteză medie a jetului de apă corespunzătoare debitului specific.

În tabelul 2.4.24, sunt date: debitele specifice de apă rece și caldă, echivalenții de debit și presiunile normale de utilizare, pentru bateriile și robinetele de alimentare cu apă pentru consum menajer.

Se menționează că presiunile normale de utilizare pot fi modificate în funcție de caracteristicile măsurate ale armăturilor respective, cu condiția asigurării debitelor specifice de calcul din tabelul 2.4.24.

2.4.4.2. Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor

Debitele de apă consumate la diferite armături montate la obiectele sanita-

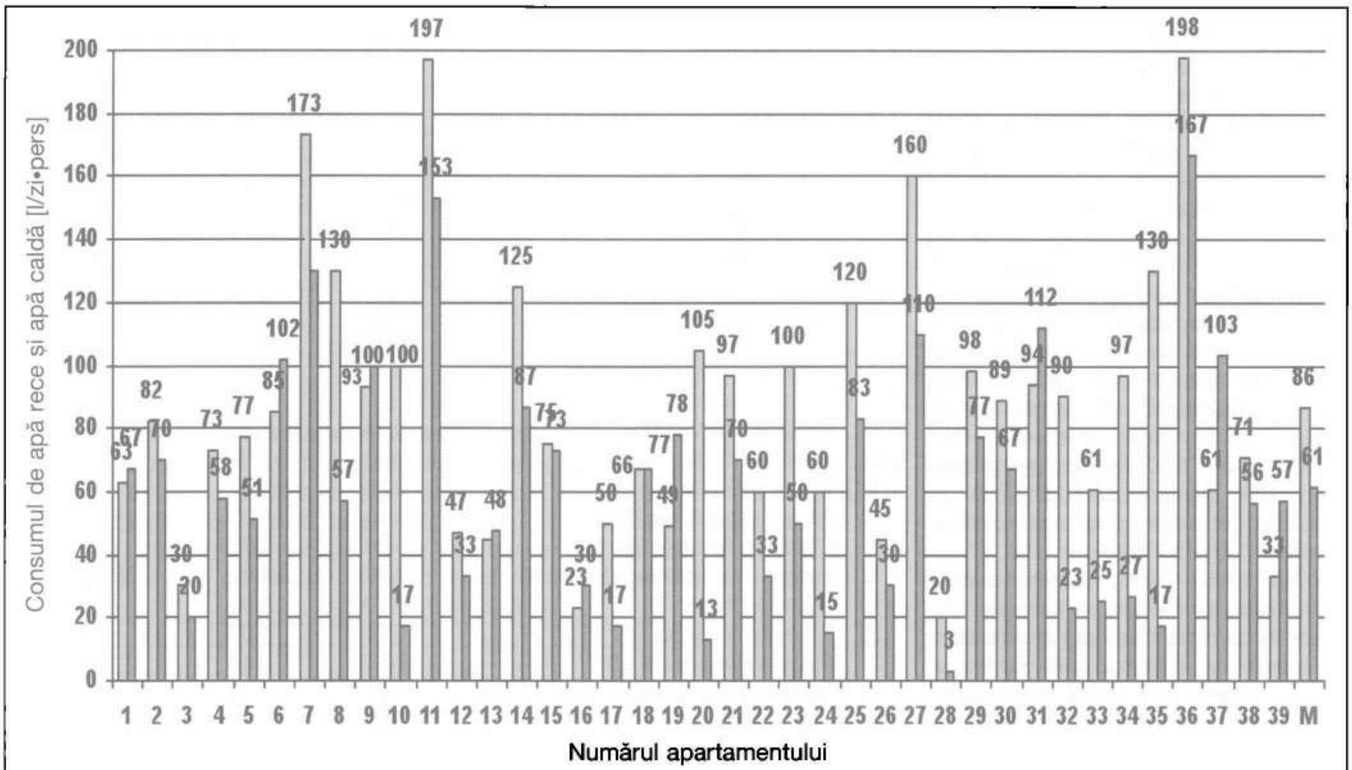


Fig. 2.4.59. Consumul de apă rece și apă caldă la o scară de bloc cu 39 de apartamente

Tabelul 2.4.25. Necesarul specific de apă rece și apă caldă pentru clădiri de locuit

Modul de preparare a apei calde și gradul de dotare al apartamentelor	Necesar specific, [l/zi.pers.]								
	total apă rece si apă caldă pentru cazul:			din care apă rece pentru cazul			din care apă caldă de 60°C pentru cazul:		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
a) prepararea centrală a apei calde: - apartament cu closet, lavoar, cadă de baie și spălător	280	210	140	170	120	70	110	90	70
- apartament cu closet, lavoar, cadă de duș și spălător	210	140	120	120	70	60	90	70	60
b) prepararea locala a apei calde: - cu încălzitoare instantenee cu gaze sau electrice	140	120	100	70	60	50	70	60	50
- cu cazane cu acumulare funcționând cu lemne, cărbuni, combustibil lichid sau gaze	120	100	80	60	50	40	60	50	40

- cazul 1 – fără contorizare și cu armături vechi
- cazul 2 – cu contorizare și cu armătări vechi
- cazul 3 – cu contorizare și cu armături eficiente

re din clădiri, au un caracter aleator.

Aceasta se datorează frecvențelor de utilizare, simultaneităților în funcționare și duratelor de utilizare, diferite de la o armătură la alta.

Debitul de calcul $\dot{V}_c$ pentru dimensionarea conductelor de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer, se determină cu relația:

$$\dot{V}_c = \dot{V}_{mz} + y\sqrt{\dot{V}_{mz}} \quad [l/s] \qquad (2.4.3)$$

în care:

$\dot{V}_{mz}$ - este debitul mediu zilnic de apă [l/s];

y - cuantila distribuției de repartiție normală;

Cuantila distribuției de repartiție normală este în funcție de gradul de asigurare a necesarului de apă după cum urmează:

- pentru clădiri prevăzute cu instalații

Tabelul 2.4.26. Necesarurile specifice de apă rece și apă caldă pentru clădiri social-culturale și de producție

Nr. crt.	Destinația clădirii	Necesar specific [l/zi folosință] Total apă	din care apă caldă de 60 °C
1	Clădiri pentru birouri (pentru 1 funcționar pe schimb)	20	5
2	Cluburi, case de cultură și teatre		
	a) cu prepararea centrală a apei calde:		
	- actori (pentru 1 persoană pe zi)	35	15
	- spectatori, vizitatori (pentru 1 loc pe zi)	12	-
	b) fără apă caldă:		
	- actori (pentru 1 persoană pe zi)	25	-
	- spectatori, vizitatori (pentru 1 loc pe zi)	12	-
3	Cinematografe (pentru 1 loc pe zi)	5	-
4	Cantine, restaurante, bufete:		
	- bufete (pentru 1 persoană)	5	3
	- cantine și restaurante (pentru 1 persoană, 1 masă la prânz pe zi)	22	10
	- cantine și restaurante (pentru 1 persoană, 3 mese pe zi)	44	20
5	Cămine (pentru 1 ocupant pe zi)		
	- cu obiecte sanitare în grupuri sanitare comune	80	40
	- cu lavoare în camere	90	50
	- cu grupuri sanitare în camere	170	60
6	Internate școlare (pentru 1 ocupant pe zi)		
	- cu obiecte sanitare comune	70	30
	- cu lavoare în camere	80	40
7	Hoteluri și pensiuni (pentru 1 pasager pe zi)		
	- cu dușuri în grupuri sanitare în camere	150	80
	- cu căzi de baie în grupuri sanitare în camere	200	100
8	Creșe, grădinițe cu internat (pentru 1 copil pe zi)	100	50
9	Grădinițe cu copii externi (pentru 1 copil pe schimb)	20	8
10	Spitale, sanatorii, case de odihnă (pentru 1 bolnav pe zi)		
	- cu căzi de baie și dușuri în grupuri sanitare	235	115
	- cu căzi de baie în fiecare cameră, pentru bolnavi	325	165
	- cu căzi de baie în fiecare cameră, pentru tratamente balneologice	425	225
11	Dispensare, policlinici (pentru 1 bolnav pe zi)	15	3
12	Băi publice (pentru 1 persoană)		
	- cu dușuri	60	30
	- cu căzi de baie	200	100
13	Școli (pentru 1 elev pe program) fără dușuri sau băi	20	5
14	Terenuri de sport, stadioane (pentru 1 manifestare sportivă)		
	- pentru 1 spectator	6	-
	- pentru 1 sportiv	50	20
15	Gări (pentru 1 persoană în traficul zilnic)	5	-
16	Spălătorii (pentru 1 kg de rufe uscate)		
	- cu spălare semimecanizată	45	25
	- cu spălare mecanizată	55	30
17	Secții de spălare din garaje (pentru 1 vehicul pe schimb)		
	- autoturisme	300	
	- autocamioane	500	
18	Întreprinderi industriale		
	(pentru 1 muncitor pe schimb) cu procese tehnologice din grupa:		
	I	50	20
	II	60	25
	III a	60	25
	III b	75	30
	IV	75	30
	V	85	40
	VI a	60	25
	VI b	75	30

Observații: 1. Durata maximă de utilizare a dușurilor și lavoarelor în vestiarele întreprinderilor industriale este de 45 min pentru fiecare schimb.

2. Datele din tabel se iau în considerare la calculul necesarului de căldură și combustibil pentru prepararea apei calde de consum și la stabilirea capacității rezervorului de acumulare (pentru apă rece și apă caldă de consum).

3. Necesarurile specifice de apă din tabel pot fi reduse dacă se prevăd măsuri de reducere a pierderilor și a risipei de apă.

4. Grupele proceselor tehnologice sunt cele prezentate în tabelul 2.4.21.

interioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă, preparată centralizat sau cu încălzitoare instantanee cu gaz sau electrice, se aplică un grad de asigurare de 99 %, căruia îi corespunde $y = 2,326$;

- pentru clădiri prevăzute cu instalații interioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă, preparată cu încălzitoare locale cu combustibil solid sau lichid, se aplică un grad de asigurare de 98 %, căruia îi corespunde $y = 2,054$;

Debitul mediu zilnic pentru dimensionarea conductelor exterioare de distribuție a apei reci și calde din ansamblurile de clădiri de locuit similare acestora, se stabilește cu relația:

$$\dot{V}_{mz} = \frac{\sum N_p \dot{V}_{sz}}{3600 n_{oz}} \text{ [l/s]} \quad (2.4.4)$$

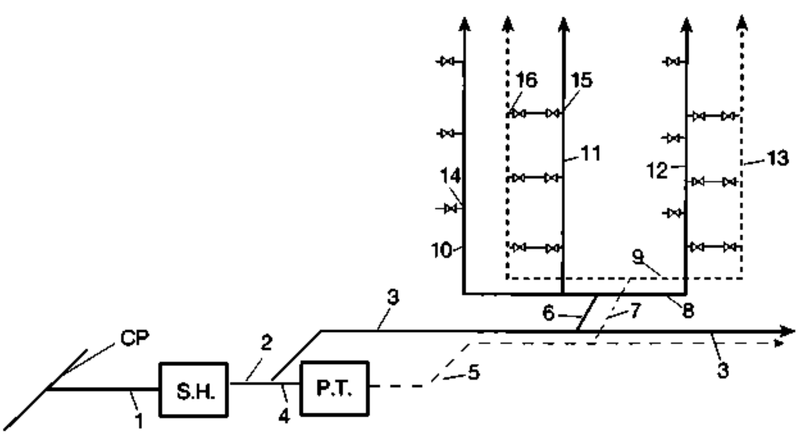


Fig. 2.4.60. Schema de principiu pentru indicarea modului de calcul al unei instalații de alimentare cu apă rece și apă caldă pentru un ansamblu de clădiri de locuit:
C.P. - conductă publică; S.H. - stație de ridicare a presiunii cu recipiente de hidrofor; P.T. - punct termic; 1 - conductă de alimentare cu apă rece a stației de ridicare a presiunii; 2 - conductă de alimentare cu apă rece atât a conductei de distribuție a apei reci cât și a conductei de alimentare cu apă rece a instalației de preparare a apei calde; 3 - conductă de distribuție a apei reci a ansamblului de clădiri; 4 - conductă de alimentare cu apă rece a instalației de preparare a apei calde de consum; 5 - conductă de distribuție a apei calde a ansamblului de clădiri; 6 - conductă de racord, a instalației interioare de apă rece la conductele de distribuție a apei reci a ansamblului de clădiri; 7 - idem, a instalației interioare de apă caldă la conductele de distribuție a apei calde a ansamblului de clădiri; 8 - conductă interioară de distribuție a apei reci; 9 - idem, a apei calde; 10 - conductă de alimentare cu apă rece a robinetelor de apă rece; 11 - idem, a bateriilor de amestec; 12 - idem, a robinetelor de apă rece și a bateriilor de amestec; 13 - conductă de alimentare cu apă caldă a bateriilor de amestec; 14 - legătură de alimentare cu apă rece a robinetului de apă rece; 15 - idem, a bateriilor de amestec; 16 - legătură de alimentare cu apă caldă a bateriilor de amestec.

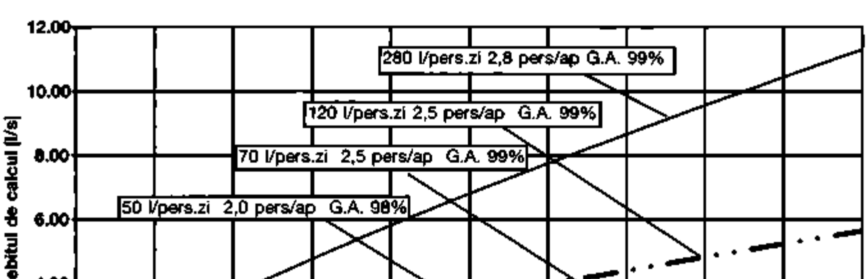


Fig. 2.4.61. Variația debitului de calcul pentru apă rece în funcție de consumul specific, numărul de persoane pe apartament, gradul de asigurare în alimentarea cu apă și în funcție de numărul de apartamente

în care:

N_p - numărul de persoane corespunzător unui necesar specific de apă;

n_{oz} - numărul mediu de ore pe zi de utilizare a apei care, pentru clădirile de locuit, este 19 h/zi.

$\dot{V}_{sz}$ - necesarul specific de apă pe zi [l/zi·pers.], care poate fi: $\dot{V}_{srcz}$ pentru apă rece și caldă, $\dot{V}_{srz}$ pentru apă rece sau $\dot{V}_{scz}$ pentru apă caldă; în tabelul 2.4.25 sunt prezentate necesarurile specifice de apă rece și de apă caldă pentru clădirile de locuit, iar în tabelul 2.4.26 sunt prezentate necesarurile specifice de apă rece și de apă caldă pentru clădirile social culturale și de producție;

Pentru clădirile de locuit necesarul specific total de apă rece si apă caldă și necesarul specific de apă rece și de apă caldă, depind în mare măsură de existența contorizarii apei și de felul armăturilor pentru obiectele santare. Din datele prezentate în tabelul 2.4.25, se poate vedea că introducerea contorizării și utilizarea unor armături eficiente au condus la diminuarea sensibilă a consumurilor specifica de apă rece și caldă. De asemenea necesarul specific de apă este influențat de gradul de dotare cu obiecte sanitare și de modul de preparare a apei calde de consum.

Pentru a analiza evoluția în timp a consumului de apă pentru clădirile de locuit s-a urmărit consumurile de apă pe o perioadă de 6 ani la un bloc de locuințe cu 158 de apartamente cu P+9 etaje, cu 4 scări.

În primul an de la montarea debitmetrelor pentru apă rece si apă caldă, în lunile octombrie, noiembrie și decembrie, consumul total specific de apă caldă și apă rece a variat între 229 și 298 l/zi·pers., după doi ani acesta a variat între 125 și 165 l/zi·pers. Montarea debitmetrelor a determinat, în special, controlul pierderilor de apă și schimbarea armăturilor obiectelor sanitare cu armătrui mai eficiente.

Au apărut și unele situații extreme de diminuare a consumurilor de apă la valori cu greu de acceptat și de imaginat. In fig. 2.4.59, se prezintă consumurile specifice de apă caldă (culoare închisă) și apă rece (culoare deschisă) la 39 de apartamente la una din scările blocului cu 158 de apartanmente. Consumuri specifice de apă caldă de 3 – 7 l/zi·pers. și de apă rece de 20 – 23 l/zi·pers. sunt cu totul sub limita minimă de igienă. Aceste consumuri s-au înregistrat în apartamente ocupate de persoane în vârstă, pensionari cu venituri foarte mici. Considerăm că în cazul persoanelor cu venituri reduse, autoritățile trebuie să intervină cu subvenții pentru asigurarea unui consum de apă în limitele unor norme de minimum 25

Tabelul 2.4.27. Componența termenilor $\dot{V}_{sz}$, $\Sigma n\dot{V}_s$, E și valorile coeficienților a

Nr. tronson din fig. 2.4.59	Partea de instalație Conducte:	$\dot{V}_{sz}$ sau $\Sigma n\dot{V}_s$	a	Suma de echivalenți E
1	pentru alimentarea cu apă rece a stațiilor de ridicare a presiunii	$\dot{V}_{sz} = \dot{V}_{srz}$	1	$E = E_1 + E_2$
2	pentru alimentarea cu apă rece a conductelor de distribuție a apei reci și a instalațiilor de preparare a apei calde	$\dot{V}_{sz} = \dot{V}_{srz}$	1	$E = E_1 + E_2$
3, 6	pentru alimentarea cu apă rece a conductelor de distribuție din interiorul clădirilor	$\dot{V}_{sz} = \dot{V}_{srz}$	1	$E = 0{,}7E_1+E_2$
	pentru alimentarea cu apă rece a instalației de preparare a apei calde 4, 5, 7și pentru alimentarea cu apă caldă a conductelor de distribuție a apei calde	$\dot{V}_{sz} = \dot{V}_{scz}$	0,7	$E = E_1$
8, 12	de distribuție și coloane pentru alimentarea cu apă rece a robinetelor și a bateriilor de amestec;	$\Sigma n\dot{V}_s = \Sigma n\dot{V}_{sb} + \Sigma n\dot{V}_{sr}$	1	$E = 0{,}7E_1 + E_2$
10	de distribuție și coloane pentru alimentarea cu apă rece a robinetelor;	$\Sigma n\dot{V}_s = \Sigma n\dot{V}_{sr}$	1	$E = E_2$
11	de distribuție și coloane pentru alimentarea cu apă rece a bateriilor de amestec;	$\Sigma n\dot{V}_s = \Sigma n\dot{V}_{sb}$	1	$E = 0{,}7E_1$
9, 13	de distribuție și coloane pentru alimentarea cu apă caldă a bateriilor de amestec	$\Sigma n\dot{V}_s = \Sigma n\dot{V}_{sb}$	0,7	$E = E_1$

l/zi·pers. pentru apă caldă și de minimum 50 l/zi·pers. pentru apă rece.

Debitul mediu zilnic pentru dimensionarea coloanelor și a conductelor de distribuție a apei reci și calde din interiorul clădirilor, $\dot{V}_{mz}$, se stabilește cu relațiile:

$$\dot{V}_{mz} = \frac{\sum n\dot{V}_s}{3600 n_{oz}} \cdot \frac{\dot{V}_{sz}}{\dot{V}_{sp}} \quad [\text{l/s}] \qquad (2.4.5)$$

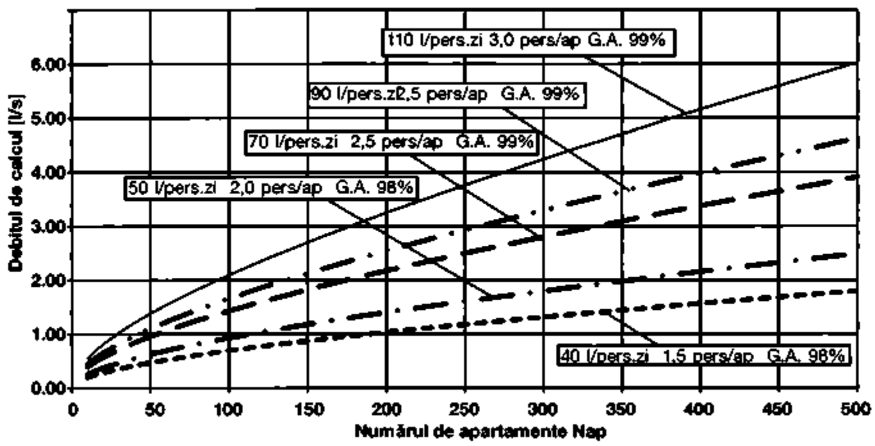


Fig. 2.4.62. Variația debitului de calcul pentru apă caldă în funcție de consumul specific, numărul de persoane pe apartament, de gradul de asigurare în alimentarea cu apă și în funcție de numărul de apartamente

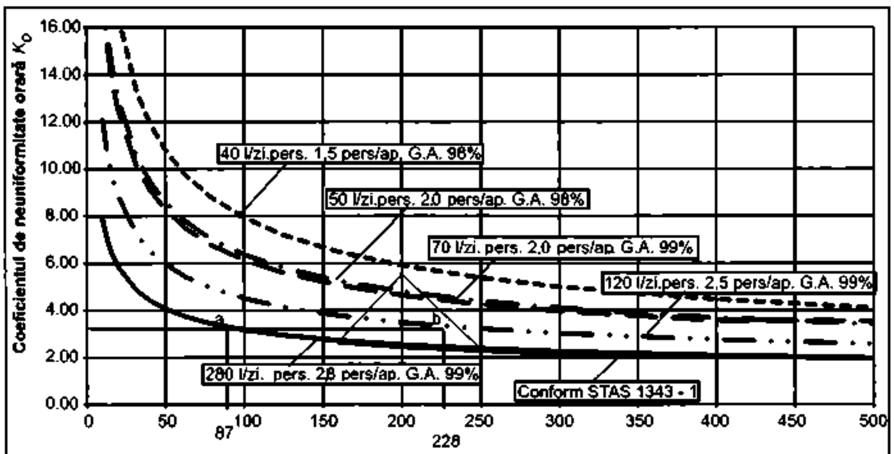


Fig. 2.4.63. Variația coeficientului de neuniformitate orară pentru apă rece în funcție de consumul specific, numărul de persoane pe apartament, gradul de asigurare în alimentarea cu apă și în funcție de numărul de apartamente

$$\dot{V}_{mz} = \frac{\sum n\dot{V}_s}{3600 n_{oz}} \cdot \frac{N_a \dot{V}_{sz}}{\dot{V}_{sa}} \quad [\text{l/s}] \qquad (2.4.6)$$

în care:

n - numărul armăturilor de același fel, care asigură alimentarea cu apă;

$\dot{V}_s$ - debitul specific al unei armături [l/s];

$\dot{V}_{sp}$ - debitul specific pentru 1 persoană [l/s·pers.];

$\dot{V}_{sa}$ - debitul specific pentru 1 apartament [l/s·ap];

N_a - numărul mediu de persoane la 1 apartament;

n_{oz} și $\dot{V}_{sz}$ - au semnificațiile din relația (2.4.4);

$$\dot{V}_{sp} = \frac{\sum n\dot{V}_s}{N} \quad [\text{l/s·pers.}] \qquad (2.4.7)$$

sau:

$$\dot{V}_{sa} = \frac{\sum n\dot{V}_s}{N_a} \quad [\text{l/s·ap}] \qquad (2.4.8)$$

în care:

N - este numărul de persoane pentru care s-a calculat $\Sigma n\dot{V}_s$.

Pentru clădirile de locuit sau căminele de nefamiliști, la un necesar specific de apă $\dot{V}_{sz}$ = 280 l/zi·pers., la un număr mediu N_a = 2,8 persoane pe apartament și la un debit specific 0,57 l/s ap., respectiv pentru 2,85 E - echivalenți de debit pentru un apartament (dotat cu 1 cadă de baie, 1 lavoar, 1 closet și 1 spălător de bucătărie), pentru 19 ore de utilizare a apei pe zi și pentru un grad de asigurare a debitului de calcul de 99 %, în locul relației (2.4.3) se poate aplica relația:

$$\dot{V}_c = a(0{,}15\sqrt{E} + 0{,}004E) \quad [\text{l/s}] \qquad (2.4.9)$$

în care:

$\dot{V}_c$ - debitul de calcul [l/s];

E - suma echivalenților punctelor de consum alimentate din conductă;

a - coeficientul adimensional în funcție

de temperatura la care se prepară apa caldă, ale cărui valori sunt date în tabelul 2.4.27.

Componența termenului E și valorile coeficienților a sunt date în tabelul 2.4.27, în care:

E_1 - suma echivalenților de debite ai bateriilor amestecătoare de apă rece cu apă caldă;

E_2 - suma echivalenților de debite ai robinetelor de apă rece. Echivalenții de debit E_1 și E_2 se calculează cu relațiile:

$$E_1 = \sum_{j=1}^{n} e_{bj} n_{bj} \qquad (2.4.10)$$

$$E_2 = \sum_{j=1}^{n} e_{rj} n_{rj} \qquad (2.4.11)$$

în care:

e_{bj} - echivalentul de debit al unei baterii de tip j;

e_{rj} - echivalentul de debit al unui robinet de tip j;

n_{bj} - numărul bateriilor de același tip j;

n_{rj} - numărul robinetelor de același tip j.

Modul de determinare a sumei de echivalenți E și valorile corespunzătoare ale coeficientului a, pentru diferitele părți ale rețelelor de alimentare cu apă rece și apă caldă de consum se arată în fig. 2.4.60.

Relația 2.4.9 pentru debitul de calcul cu echivalenți de debit, nu poate fi utilizată decât numai pentru dimensioanarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece care alimentează cu apa rețelele de distribuție a apei reci și calde din ansambluri de clădiri de locuit și numai în cazul în care consumul specific total de apă rece și apă caldă este de 280 l/zi pers. și pentru cazul în care nu sunt montate debitmetre și nu sunt inlocuite armăturile vechi cu armături eficiente.

În fig. 2.4.61 este prezentată variația debitului de calcul pentru apă rece pentru ansambluri de clădiri de până la 500 de apartamente la care s-au utilizat relațiile de calcul 2.4.3 cu debitul mediu zilnic de apă și relația de calcul 2.4.9 cu echivalenții de debit.

Cele mai mari valori ale debitului de calcul corespund relației 2.4.9, care, așa cum s-a arătat corespunde unui necesar specific de apă de 280 l/zi.pers. la un număr mediu de 2,8 persoane pe apartament, la un debit specific de 0,57 l/s.apart., pentru 19 ore de utilizare a apei și pentru un grad de asigurare de 99 %. Dacă se analizează debitul de calcul la 300 de apartamente, pentru necesarul specific total de apă rece și apă calda de 280 l/zi pers. cu necesarul specific numai de apă rece de 120 l/zi pers. și pentru necesarul specific numai pentru apă rece de 70 l/zi pers. în primul caz rezultă un debit de calcul de 7.8 l/s, în al doilea caz 4 l/s, iar în ultimul caz 2,8 l/s. Apare destul de clar că utilizarea relației de calcul 2.4.9 nu se poate aplica decât pentru rețelele exerioare de apă care alimentează rețelele de distribuție a apei reci și a apei calde. Pentru toate cazurile, inclusiv pentru rețelele de distribuție a apei reci și calde se poate utiliza numai relația de calcul 2.4.3. Aplicarea relației 2.4.9 la rețele de distibuție conduce la supradimensionări. Pentru rețelele de distribuție a apei reci în cazul instalațiilor contorizate și cu armături eficiente, debitul de calcul cu relația 2.4.3. este de 2,8 l/s față de debitul de calcul de 7,8 l/s care se aplică greșit cu relația 2.4.9.

Pentru apa caldă, situața se prezintă asemănător. În fig. 2.4.62 este prezentată variația debitului de calcul pentru apă caldă pentru ansambluri de clădiri de până la 500 de apartamente la care s-au utilizat relațiile de calcul 2.4.3 cu debitul mediu zilnic de apă și relația de calcul 2.4.9 cu echivalenții de debit.

Coeficientul de neuniformitate sau de simultaneitate

Un alt factor necesar să fie cunoscut, este coeficientul de neuniformitate orară, variația acestuia și factorii de care depinde.

Dacă relația (2.4.3) se divide la debitul mediu, rezultă coeficientul de neuniformitate orară K_o, respectiv:

$$K_o = \frac{\left(\dot{V}_m + y\dot{V}_m^{0,5}\right)}{\dot{V}_m} = 1 + \frac{y\dot{V}_m^{0,5}}{\dot{V}_m} \qquad (2.4.12)$$

În fig. 2.4.63 se prezintă variația coeficientului de neuniformitate orară pentru apă rece, în funcție de consumul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament, de gradul de asigurare în alimentarea cu apă și de numărul de apartamente

Se poate constata că, coeficientul de neuniformitate orară crește cu creșterea gradului de asigurare, descrește cu creșterea consumului specific și cu creșterea numărului de apartamente.

Pentru un necesar specific de apă rece de 280 l/pers.zi, cu 2,8 persoane

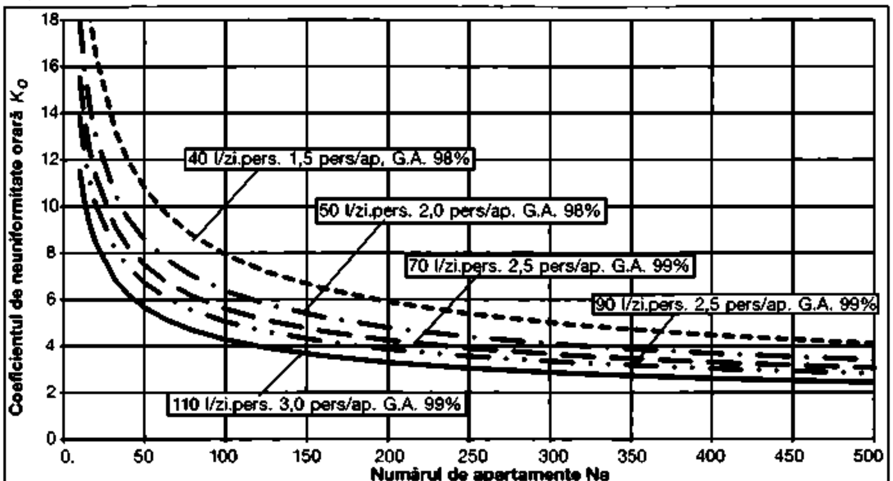


Fig. 2.4.64. Variația coeficientului de neuniformitate orară K_o pentru apă caldă, în funcție de consumul specific, numărul de persoane pe apartament, gradul de asigurare în alimentarea cu apă și în funcție de numărul de apartamente.

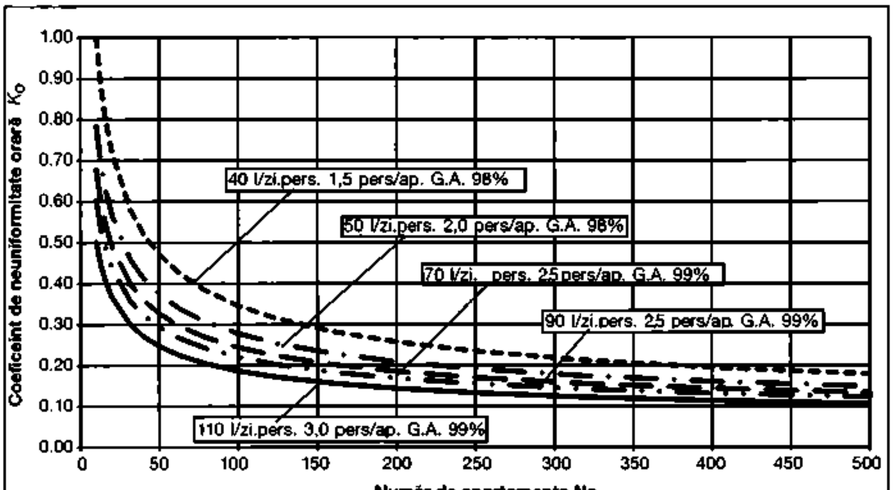


Fig. 2.4.65. Alt mod de prezentare a variației coeficientului de neuniformitate orară K_o

pe apartament, coeficientul de neuniformitate orară, corespunzător relației (2.4.12), pentru 10 apartamente, are valoarea de 7,9, pentru 100 de apartamente 3,2, ajungând la 500 de apartamente la valoarea de 1,97. De la cca 160 de apartamente până la 500 apartamente s-a trecut pe nomogramă și valorile coeficientului de neuniformitate din STAS 1343-1.

Se poate constata marea varietate a coeficientului de neuniformitate orară în funcție de necesarul specific, de numărul de persoane pe apartament și de gradul de asigurare în alimentarea cu apă, deteminat de necesarul specific de apă și de modul de preparare a apei calde.

În fig. 2.4.64 se prezintă variația coeficientului de neuniformitate orară pentru apă caldă, în funcție de numărul de apartamente, de numărul de persoane pe apartament, de consumul specific de apă caldă și de gradul de asigurare în alimentarea cu apă caldă. și în acest caz se constată că coeficientul de neuniformitate orară crește cu diminuarea numărului de persoane pe apartament și descrește cu creșterea consumului specific și cu creșterea numărului de apartamente.

Pentru un necesar specific de 110 l/pers.zi, cu 3 persoane pe apartament, coeficientul de neuniformitate orară, corespunzător relației (2.4.12), pentru 10 apartamente, are valoarea de 11,5, pentru 100 de apartamente 4,3, ajungând la 500 de apartamente la valoarea de 2,40.

Dacă se compară valorile coeficienților de neuniformitate orară din fig. 2.4.63 cu cele din fig. 2.4.64 rezultă valori mult mai ridicate la consumul de apă caldă față de cele pentru apă rece, la acelaș număr de apartamente, acest fapt fiind în concordanță cu tendința de creștere a coeficienților de neuniformitate cu scăderea consumurilor specifice.

Coeficientul de neuniformitate orară poate fi prezentat și sub altă formă. Dacă pentru cel mai mare coeficient de neuniformitate orară valoarea acestuia se egalează cu unitatea, se obțin coeficeinți de neuniformitate cu valori subunitare, divizând toți coeficienții la valoarea celui mai mare coeficient. În fig. 2.4.65 sunt prezentați coeficienții de neuniformitate orară pentru apă caldă, cea mai mare valoare fiind egală cu unitatea. O serie de date din literatura de specialitate cum sunt cele din DIN 4708 sau Recknagel-Sprenger, prezintă coeficienții de neuniformitate orară subunitari.

Acest mod de prezentare a coeficientului de neuniformitate orară, are un inconvenient în faptul că este greu de stabilit, care coeficient și la care număr de consumatori trebuie să fie considerat egal cu unitatea. Pentru acest considerent se apreciază că este mai corectă prezentarea coeficienților de neuniformitate obținuți cu relația (2.4.12).

Debitele de calcul aferente clădirilor de locuit sunt date în tabelul 2.4.27 a, Anexa I.2.4. pentru apă rece și în tabelul 2.4.27 b, anexa I.2.4., pentru apă caldă, corespunzătoare unui necesar specific de apă de 120 și 70 l/zi·pers. pentru apă rece și 90 și 70 l/zi·pers. pentru apă caldă.

În Anexa I, sunt date debitele de calcul aferente clădirilor de locuit, corespunzătoare necesarurilor specifice de apă rece 280 și 40 l/zi·pers. și de apă caldă între 110...40 l/zi·pers., pentru debite specifice pe apartament între 0,57...0,94 l/s ap., pentru apă rece și 0,47...0,74 l/s ap. pentru apă caldă și pentru grade de asigurare de 99 și 98%.

Debitul specific de 0,57 l/s.ap. pentru apă rece, corespunde dotării cu o cameră de baie și o bucătărie, respectiv pentru baie (0,2 l/s), un lavoar (0,07 l/s), un closet cu rezervor (0,1 l/s) și un spălător (0,2 l/s). Debitul specific de 0,74 l/s. ap. pentru apă rece, corespunde dotării cu o cameră de baie, o cameră de duș și o bucătărie, respectiv pentru baie (0,2 l/s), două lavoare (0,14 l/s), un duș (0,1 l/s) un closet cu rezervor (0,1 l/s) și un spălător (0,2 l/s). Debitul specific de 0,97 l/s·ap. pentru apă rece, corespunde dotării cu două camere de baie și o bucătărie, respectiv pentru două băi (0,4 l/s), două lavoare (0,14 l/s), două closete cu rezervor (0,2 l/s) și un spălător (0,2 l/s).

Pentru apă caldă debitul specific de 0,47 l/s.ap. corespunde dotării cu o cameră de baie și o bucătărie, respectiv pentru baie (0,2 l/s), un lavoar (0,07 l/s) și un spălător (0,2 l/s). Debitul specific de 0,64 l/s. ap. pentru apă caldă, corespunde dotării cu o cameră de baie, o

Tabelul 2.4.28. Relații pentru debitele de calcul ale conductelor de distribuție a apei din clădiri administrative, social-culturale și grupurile sanitare de la vestiarele fabricilor, atelierelor și unităților de producție

Nr. crt.	Destinația clădirii	Relațiile de calcul ale debitelor		Domeniul de aplicare	
		cu $\Sigma \dot{V}_s$	cu E	cu $\Sigma \dot{V}_s$	cu E
1	Cămine pentru copii, creșe	$\dot{V}_c = 0,45\sqrt{\Sigma \dot{V}_s}$	$\dot{V}_c = 0,20\sqrt{E}$	$\Sigma \dot{V}_s \geq 0,20$	$E \geq 1,0$
2	Teatre, cluburi, cinematografe, gări, policlinici	$\dot{V}_c = 0,49\sqrt{\Sigma \dot{V}_s}$	$\dot{V}_c = 0,22\sqrt{E}$	$\Sigma \dot{V}_s \geq 0,24$	$E \geq 1,2$
3	Clădiri pentru birouri, magazine, grupuri sanitare de pe lângă hale și ateliere, hoteluri cu camere de baie aferente camerelor de cazare	$\dot{V}_c = 0,54\sqrt{\Sigma \dot{V}_s}$	$\dot{V}_c = 0,24\sqrt{E}$	$\Sigma \dot{V}_s \geq 0,28$	$E \geq 1,4$
4	Instituții de învățământ	$\dot{V}_c = 0,60\sqrt{\Sigma \dot{V}_s}$	$\dot{V}_c = 0,27\sqrt{E}$	$\Sigma \dot{V}_s \geq 0,36$	$E \geq 1,8$
5	Spitale, sanatorii, cantine, restaurante, bufete	$\dot{V}_c = 0,67\sqrt{\Sigma \dot{V}_s}$	$\dot{V}_c = 0,30\sqrt{E}$	$\Sigma \dot{V}_s \geq 0,44$	$E \geq 2,2$
6	Hoteluri cu grupuri sanitare comune	$\dot{V}_c = 0,85\sqrt{\Sigma \dot{V}_s}$	$\dot{V}_c = 0,38\sqrt{E}$	$\Sigma \dot{V}_s \geq 0,72$	$E \geq 3,6$
7	Cămine de studenți, internate, băi publice, grupuri sanitare pentru sportivi, artiști, personal de serviciu, stadioane	$\dot{V}_c = \sqrt{\Sigma \dot{V}_s}$	$\dot{V}_c = 0,45\sqrt{E}$	$\Sigma \dot{V}_s \geq 1,00$	$E \geq 5,0$
8	Grupuri sanitare la vestiarele fabricilor, atelierelor, unităților de producție*	$\dot{V}_c = 2\sqrt{\Sigma \dot{V}_s}$	$\dot{V}_c = 0,90\sqrt{E}$	$\Sigma \dot{V}_s \geq 4,00$	$E \geq 20$

Notă: Pentru toate categoriile de clădiri, la valori ale $\Sigma n\dot{V}_s$ și E mai mici decât cele indicate la domeniul de aplicare a relației de calcul, se aplică relația generală: $\dot{V}_c = \Sigma n\dot{V}_s$ sau $\dot{V}_c = 0,2\,E$

cameră de duș și o bucătărie, respectiv pentru baie (0,2 l/s), două lavoare (0,14 l/s), un duș (0,1 l/s) și un spălător (0,2 l/s). Debitul specific de 0,74 l/s.ap. pentru apă caldă, corespunde dotării cu două camere de baie și o bucătărie, respectiv pentru două băi (0,4 l/s), două lavoare (0,14 l/s) și un spălător (0,2 l/s).

Debitele de calcul pentru conductele de distribuție a apei pentru clădirile administrative, social-culturale și grupurile sanitare de la vestiarele fabricilor, atelierelor și unităților de producție $\dot{V}_c$ se calculează cu relațiile din tabelul 2.4.28.

La stabilirea debitelor de calcul pentru aceste clădiri se va ține seama și de prevederile din tabelul 2.4.27.

Debitele de calcul pentru conductele de legătură dintre coloane și armăturile punctelor de consum se calculează cu relația:

$$\dot{V}_c = \sum n\dot{V}_s \quad [l/s] \qquad (2.4.13)$$

sau

Tabelul 2.4.29. Debite de calcul pentru clădiri administrative, social-culturale și grupuri sanitare de la vestiarele fabricilor, atelierelor și unităților de producție, în funcție de debitele specifice, normele de consum a apei, duratele de utilizare și gradele de asigurare sau în funcție de suma echivalenților de debite.

$\Sigma\dot{V}_s$	E	$\dot{V}_c$ [l/s] pentru							
		$\dot{V}_c = 0,45\sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_c = 0,2\sqrt{E}$	$\dot{V}_c = 0,49\sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_c = 0,22\sqrt{E}$	$\dot{V}_c = 0,54\sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_c = 0,24\sqrt{E}$	$\dot{V}_c = 0,6\sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_c = 0,27\sqrt{E}$	$\dot{V}_c = 0,6\sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_c = 0,3\sqrt{E}$	$\dot{V}_c = 0,85\sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_c = 0,3\sqrt{E}$	$\dot{V}_c = \sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_c = 0,45\sqrt{E}$	$\dot{V}_c = 2\sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_c = 0,9\sqrt{E}$
0,20	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
0,24	1,2	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
0,28	1,4	0,24	0,26	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
0,32	1	0,25	0,28	0,30	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
0,36	1,8	0,27	0,30	0,32	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
0,40	2,0	0,28	0,31	0,34	0,38	0,40	0,40	0,40	0,40
0,44	2,2	0,30	0,33	0,36	0,40	0,44	0,44	0,44	0,44
0,50	2,5	0,32	0,35	0,38	0,43	0,47	0,50	0,50	0,50
0,60	3,0	0,35	0,38	0,42	0,47	0,52	0,60	0,60	0,60
0,72	3,6	0,38	0,42	0,46	0,51	0,57	0,72	0,72	0,72
0,86	4,3	0,41	0,46	0,50	0,56	0,62	0,79	0,86	0,86
1,0	5,0	0,45	0,49	0,54	0,60	0,67	0,85	1,00	1,00
1,5	7,5	0,55	0,60	0,66	0,74	0,82	1,04	1,23	1,50
2,0	10,0	0,63	0,70	0,76	0,85	0,95	1,20	1,42	2,00
2,5	12,5	0,71	0,78	0,85	0,95	1,06	1,36	1,59	2,25
3,0	15,0	0,77	0,85	0,93	1,04	1,16	1,47	1,74	3,00
3,5	17,5	0,84	0,92	1,00	1,13	1,25	1,59	1,88	3,50
4,0	20,0	0,89	0,98	1,07	1,21	1,34	1,70	2,01	4,00
5,0	25	1,00	1,10	1,20	1,35	1,50	1,90	2,25	4,50
6,0	30	1,09	1,20	1,31	1,48	1,64	2,08	2,46	4,92
7,0	35	1,18	1,30	1,42	1,60	1,77	2,25	2,66	5,32
8,0	40	1,25	1,39	1,52	1,71	1,90	2,40	2,85	5,69
9,0	45	1,34	1,48	1,61	1,81	2,01	2,55	3,02	6,04
10	50	1,41	1,55	1,70	1,91	2,12	2,69	3,18	6,36
12	60	1,55	1,70	1,86	2,09	2,32	2,94	3,48	6,97
14	70	1,67	1,84	2,01	2,26	2,51	3,18	3,76	7,52
16	80	1,79	1,97	2,15	2,41	2,68	3,40	4,02	8,02
18	90	1,90	2,09	2,28	2,56	2,85	3,60	4,27	8,54
20	100	2,00	2,20	2,40	2,70	3,00	3,80	4,50	9,00
25	125	2,25	2,46	2,68	3,02	3,35	4,25	5,03	10,06
30	150	2,46	2,69	2,94	3,31	3,67	4,65	5,51	11,02
35	175	2,66	2,91	3,17	3,57	3,97	5,03	5,95	11,90
40	200	2,84	3,11	3,39	3,82	4,24	5,37	6,36	12,73
50	250	3,18	3,48	3,79	4,26	4,74	6,00	7,11	14,23
60	300	3,48	3,81	4,16	4,68	5,20	6,58	7,79	15,59
70	350	3,76	4,11	4,49	5,05	5,61	7,11	8,42	16,83
80	400	4,00	4,40	4,80	5,40	6,00	7,60	9,00	18,00
90	450	4,26	4,67	5,09	5,73	6,36	8,06	9,54	19,09
100	500	4,47	4,92	5,37	6,04	6,71	8,49	10,06	20,12
120	600	4,92	5,39	5,88	6,61	7,35	9,30	11,02	22,04
140	700	5,32	5,82	6,35	7,14	7,93	10,05	11,90	23,82
160	800	5,69	6,22	6,79	7,64	8,48	10,75	12,73	25,45
180	900	6,03	6,60	7,20	8,10	9,00	11,40	13,50	27,00
200	1000	6,36	6,95	7,59	8,54	9,49	12,02	14,23	28,46
250	1250	7,11	7,78	8,48	9,54	10,61	13,43	15,91	31,82
300	1500	7,79	8,52	9,30	10,46	11,62	14,72	17,43	34,86
350	1750	8,41	9,20	10,04	11,29	12,55	15,90	18,82	37,65

Notă: valorile de deasupra barelor orizontale sunt calculate cu relațiile $\dot{V}_c = \Sigma n\dot{V}_s$ respectiv $\dot{V}_c = 0,2\ E$

$\dot{V}_c = 0,2E$ [l/s] (2.4.13')

În tabelul 2.4.29 sunt date debitele de calcul stabilite cu relațiile din tabelul 2.4.28.

Tabelul 2.4.30. Valorile vitezelor recomandate pentru dimensionarea conductelor de alimentare cu apă rece sau caldă pentru consumul menajer, în funcție de diametrele nominale ale conductelor (STAS 1478)

Diametrul nominal [mm]	Viteze pentru dimensionarea conductelor, [m/s]
10	0,10...0,75
15	0,45...0,80
20	0,45...0,90
25	0,55...1,00
32	0,55...1,10
40	0,75...1,20
50	0,75...1,30
63	0,75...1,30
80	0,85...1,40
100	0,85...1,45
125	1,10...1,50
150	1,10...1,55
200 250 300	1,20...1,60

Tabelul 2.4.31. Diametrele conductelor de legătură pentru alimentarea cu apă rece și apă caldă a armăturilor obiectelor sanitare (STAS 1478)

Denumirea punctului de consum	Diametrul conductelor de legătură [inch]
a. Baterii pentru:	
- Spălător DN 15	1/2
- Spălător DN 20	3/4
- Chiuvetă DN 15	1/2
- Cazan de baie DN 15	1/2
- Baie DN 15 la prepararea centrală a apei calde	1/2
- Baie DN 20 (pt. tratamente)	3/4
- Duș DN15	1/2
- Albie de spălat rufe DN 15	1/2
- Baie de picioare DN 15	1/2
- Lavoar DN 15	1/2
- Spălător circular DN 15	1/2
b. Robinete pentru:	
- Cazan de fiert rufe DN 15	1/2
- Marmită DN 15	1/2
- Rezervor de pisoar DN 15	1/2
- Pisoar individual DN 10	3/8
- Bideu DN 15	1/2
- Rezervor de closet DN 10	3/8
- Rezervor de closet DN 15	1/2
- Spălarea closetului sub presiune DN 15	1/2
- Hidrant de stropit DN 20	3/4
- Hidrant de stropit DN 25	1
- Robinet dublu sau simplu serviciu DN 10	3/8
- Idem DN 15	1/2
- Idem DN 20	3/4
- Idem DN 25	1
- Baie pentru picioare DN 15	1/2
- Albie de înmuiat rufe DN 15	1/2
- Fântână pentru băut apă	1/2
- Scuipătoare cu spălare	1/2

2.4.4.3 Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină

• ***Vitezele medii economice (optime) și vitezele maxime admise ale apei, folosite la dimensionarea conductelor***

Problema de dimensionare a conductelor constă în determinarea diametrului d_j al fiecărui tronson j al rețelei, în care scop se dispune de o singură ecuație (legea continuității pentru curentul unidimensional de fluid incompresibil):

$$\dot{V}_j = A_j v_j = \frac{\pi d_j^2}{4} v_j = const. \quad [m^3/h] \quad (2.4.14)$$

cu două necunoscute, diametrul d_j [m] și viteza medie v_j [m/s] (întrucât debitul $\dot{V}_j$ este egal cu debitul de calcul $\dot{V}_{cj}$ stabilit la § 2.4.4.2); astfel, apare o nedeterminare. Pentru înlăturarea ei se introduce condiția economică, exprimată printr-o anumită funcție obiectiv a variabilelor de decizie și aplicarea unor criterii corespunzătoare de optimizare.

Variabilele de decizie uzuale sunt de regulă, fie diametrele d_j $(j=1,2 \ldots n)$ ale tronsoanelor de conducte componente ale rețelei, fie vitezele medii v_j $(j=1, 2, \ldots, n)$ de circulație a apei prin tronsoanele respective.

Domeniul de existență a variabilelor supuse optimizării și a valorilor funcției obiectiv se limitează prin restricțiile:

- constructivă, conform căreia diametrele tronsoanelor succesive să fie monoton crescătoare spre secțiunea de alimentare cu apă a rețelei;
- hidraulică, conform căreia sarcinile hidrodinamice disponibile ale apei în nodurile traseului principal al rețelei să fie consumate integral pe ramificațiile care pornesc din nodurile respective;
- economică, conform căreia să fie limitate valorile unor parametri ai rețelei care conduc la creșterea costurilor totale de investiție și exploatare.

Principalele criterii de optimizare a

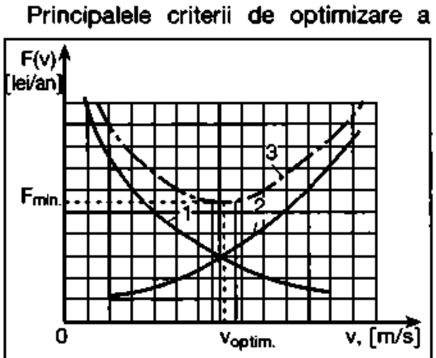


Fig. 2.4.66. Calculul grafic de optimizare:

1 - curbă de variație a costului total de investiție al rețelei de conducte; 2 - curba de variație a costului exploatării; 3 - curba costului total anual de investiție și exploatare.

funcțiilor obiectiv aplicate în cazul rețelelor de distribuție a apei sunt:

- costul specific minim de investiție și de exploatare ale rețelei;
- energia specifică minimă înglobată în elementele componente ale rețelei și, respectiv, consumată în exploatare pentru pomparea apei în rețea.

Calculele de optimizare se pot efectua analitic, stabilind funcția obiectiv și cercetându-i condițiile necesare și suficiente de minimum, după care, pentru rezolvarea numerică a relațiilor obținute se aplică metode de programare pe calculator sau grafic.

De exemplu, pentru calculul grafic pe baza criteriului costului specific minim de investiție și exploatare a instalației, se trasează, într-o diagramă (fig. 2.4.66), curba de variație a costului total de investiție al rețelei de conducte, al izolațiilor conductelor și al stației de pompare, raportat la o durată de 8 sau 12 ani (curba 1), de variație a costului exploatării, respectiv al energiei electrice, consumate pentru vehicularea apei prin rețea pe timp de un an (curba 2). Se însumează ordonatele curbelor în dreptul acelorași abscise (pe abscisă considerându-se mărimea supusă optimizării, adică viteza v) și se obține curba costului total anual de investiție și de exploatare (curba 3), care are un punct de minimum pentru care viteza este optimă (economică). De fapt se obține un domeniu de valori optime ale vitezei, în jurul punctului de minimum. Valorile optime ale vitezelor se limitează superior din condiția combaterii zgomotelor, vibrațiilor și atenuări loviturilor de berbec, care apar în conducte la viteze mari și când mișcarea apei este nepermanentă.

Vitezele recomandate pentru dimensionarea conductelor de alimentare cu apă rece sau caldă pentru consum menajer în funcție de diametrele nominale ale conductelor sunt redate în tabelul 2.4.30 (STAS 1478).

Vitezele maxime admise ale apei în conductele instalațiilor de alimentare cu apă rece sau caldă pentru consum menajer, în funcție de destinațiile clădirilor, sunt:

- spitale, săli de spectacole 1,5 m/s;
- clădiri de locuit, social-culturale, administrative 2,0 m/s;
- cădiri industriale 3,0 m/s.

La instalațiile la care sarcina hidrodinamică disponibilă este dată sau impusă de condițiile de funcționare ale celorlalte instalații, diametrele se aleg astfel încât sarcina disponibilă să fie, pe cât posibil, consumată integral pentru ridicarea apei la înălțimea geodezică respectivă, învingerea pierderilor de sarcină (liniare sau locale) și asigurarea presiunii de utilizare la punctele de con-

sum, fără a se depăși vitezele maxime indicate mai sus și fără a folosi diametre mai mici decât diametrele conductelor de legătură la armăturile obiectelor sanitare indicate în tabelul 2.4.31.

Presiunea maximă admisă pentru o zonă de presiune este de 6 bar, atât pentru apă rece cât și pentru apă caldă, cu excepția instalațiilor de incendiu separate.

• **Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalațiilor din interiorul clădirilor**

Sarcina hidrodinamică a secțiunii transversale a curentului unidimensional de fluid incompresibil, reprezintă energia specifică medie în secțiunea considerată, raportată la unitatea de greutate a fluidului.

Pentru a determina sarcina hidrodinamică necesară, H_{nec} în secțiunea conductei de alimentare cu apă a instalației interioare, se aplică legea energiilor (ecuația lui Bernoulli) extinsă la modelul de curent unidimensional de fluid incompresibil considerând secțiunile normale pe axa conductei (în care mișcarea este paralelă), duse prin punctul de racord A la rețeaua exterioară și prin punctul de consum R (fig. 2.4.67) și luând un plan de referință arbitrar (de exemplu, planul ce trece prin axa conductei de racord), se obține:

$$z_A + \left(\frac{p}{\rho}\right)_A + \frac{\alpha_A v_A^2}{2} = z_R + \left(\frac{p}{\rho}\right)_R + \frac{\alpha_R v_R^2}{2} + h_{r_{A-R}}$$

[Pa] (2.4.15)

în care:

z_A; z_R - sunt cotele centrelor de greutate ale secțiunilor duse prin punctele A respectiv R față de planul de referință admis, respectiv energiile specifice de poziție în secțiunile A și R [Pa];

p_A; p_R - presiunile apei în secțiunile A, respectiv R [Pa];

v_A; v_R - vitezele medii ale apei în secțiunile A, respectiv R [m/s];

α_A; α_R - coeficienții Coriolis de neuniformitate a distribuției vitezelor în secțiunile A, respectiv R;

ρ_A; ρ_R - densitățile apei în secțiunile A și R [kg/m³];

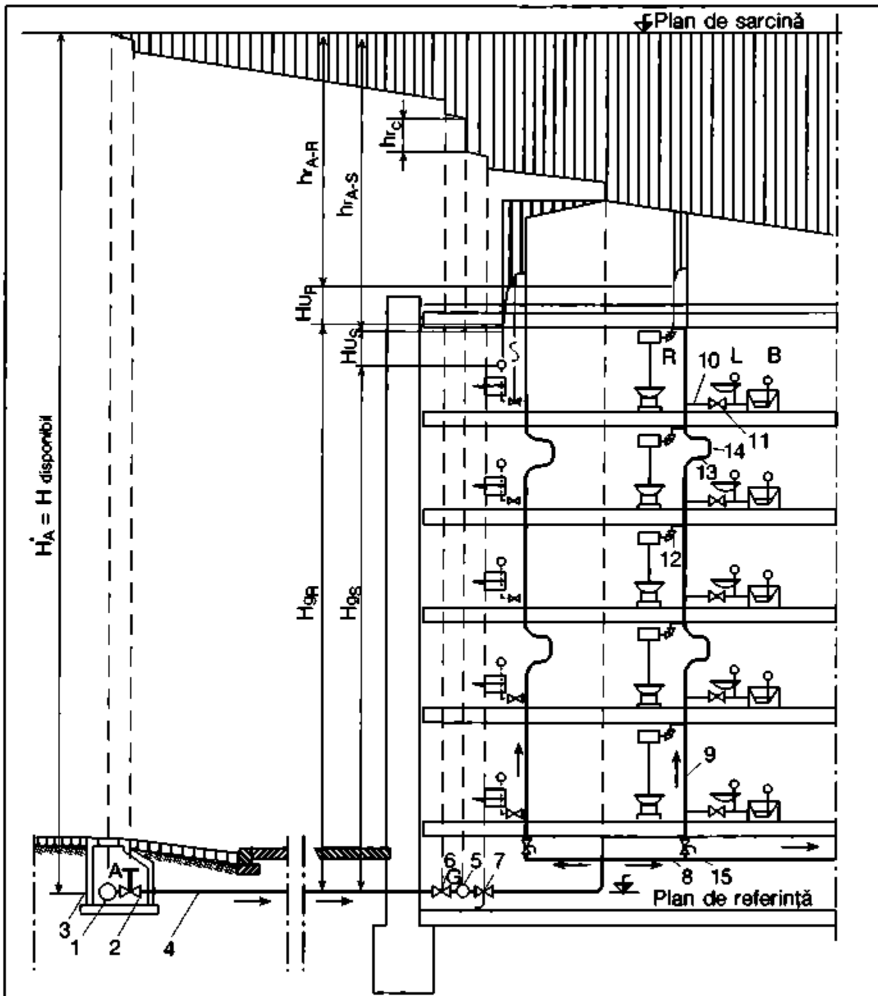


Fig. 2.4.67. Instalație de distribuție a apei reci pentru consum menajer racordată direct la conducta publică:
1 - conductă publică de alimentare cu apă; 2 - vană de concesie; 3 - căminul vanei de concesie; 4 - branșament; 5 - apometru (contor pentru apă); 6 - robinet de închidere; 7 - robinet de închidere cu descărcare; 8 - conductă principală de distribuție; 9 - coloană; 10 - conductă de legătură la lavoare (L) și căzi de baie (B); 11 - robinet de închidere; 12 - robinet colțar; 13 - liră de dilatare pentru conducta din PVC tip G; 14 - punct fix; 15 - robinet de închidere cu descărcare.

$H_A = \left(\frac{p}{\rho}\right)_A$; $H_R = \left(\frac{p}{\rho}\right)_R$ - înălțimile piezometrice sau de presiune, respectiv, energiile specifice de presiune în secțiunile A și R [Pa];

$\frac{\alpha_A v_A^2}{2}$; $\frac{\alpha_R v_R^2}{2}$ - înălțimile cinetice, respectiv energiile specifice cinetice în secțiunile A și R;

h_{rA-R} - suma pierderilor totale de sarcină (liniare sau distribuite și

Tabelul 2.4.32. Valorile rugozității absolute *k* pentru conducte metalice sau din mase plastice

Nr. crt.	Natura pereților conductei, starea suprafeței și condițiile de exploatare pentru țevi din:	*k* [mm]
1.	- alamă, cupru, bronz, plumb, tehnic netezi	0,0015...0,010
2.	- aluminiu tehnic netezi	0,015...0,060
3.	- oțel fără sudură, noi	0,020...0,10
4.	- oțel fără sudură, după un număr de ani de exploatare	până la 0,04
5.	- oțel cu sudură, noi și vechi	0,04...0,01
6.	- oțel zincat (zincare obișnuită)	0,10...0,15
7.	- fontă în stare nouă	0,25...1,0
8.	- fontă după un număr de ani de exploatare	0,3...1,5
9.	- mase plastice (polietilenă, polipropilenă, PVC)	0,007

Tabelul 2.4.33. Valorile coeficientului cinematic de viscozitate ν în funcție de temperatura apei.

Temperatura apei [°C]	Coeficientul cinematic de viscozitate ν [m²/s]
0	$1{,}771 \cdot 10^{-6}$
10	$1{,}304 \cdot 10^{-6}$
15	$1{,}154 \cdot 10^{-6}$
20	$1{,}004 \cdot 10^{-6}$
50	$0{,}553 \cdot 10^{-6}$
60	$0{,}474 \cdot 10^{-6}$

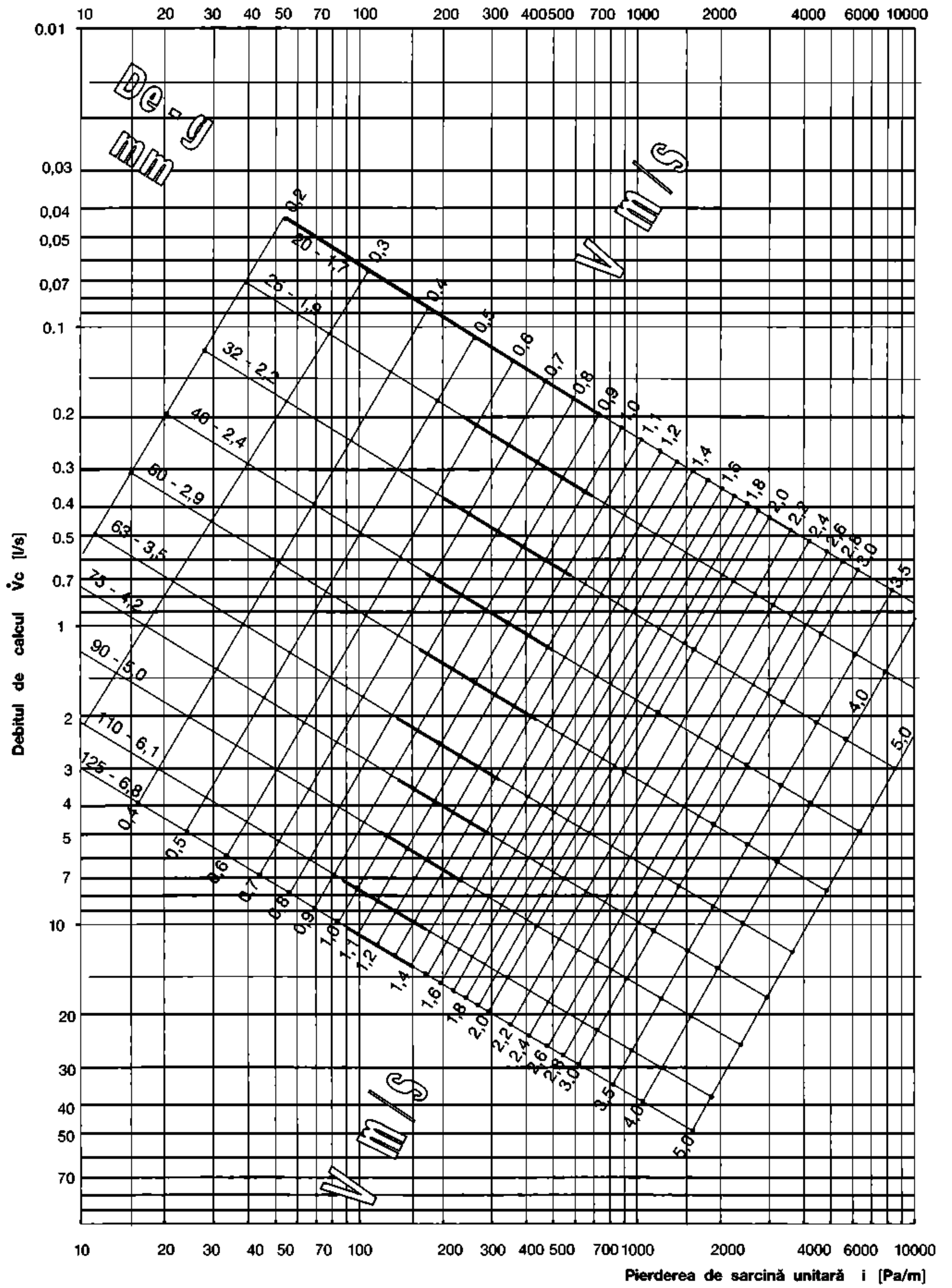


Fig. 2.4.68. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din PVC 60 și 100 D_e 20-125 mm, pentru apă rece, P_n=0,6 MPa (6 bar) - PVC 60, P_n=I MPa (10 bar) - PVC 100

locale) între secțiunile A și R;

$H_{PA} = \left(z + \frac{p}{\rho}\right)_A$, $H_{PR} = \left(z + \frac{p}{\rho}\right)_R$ - reprezintă cotele piezometrice în secțiunile A și R, respectiv, energiile specifice potențiale sau sarcinile piezometrice în secțiunile A și R;

$H_{PA} = \left(z + \frac{p}{\rho} + \frac{\alpha v^2}{2}\right)_A$, $H_{PR} = \left(z + \frac{p}{\rho} + \frac{\alpha v^2}{2}\right)_R$ - reprezintă cotele energetice ale secțiunilor A și R, respectiv energiile specifice totale ale secțiunilor A și R sau sarcinile hidrodinamice în secțiunile A respectiv R;

Legea energiilor, aplicată la curentul unidimensional de fluid incompresibil, în mișcare permanentă, poate fi scrisă cu notațiile de mai sus, sub forma:

$$H_A^* = H_R^* + h_{r_{A-R}} \text{ [Pa]} \qquad (2.4.16)$$

de unde se deduce:

$$h_{r_{A-R}} = H_A^* - H_R^* \text{ [Pa]} \qquad (2.4.17)$$

- adică pierderea totală de sarcină între secțiunile A și R este egală cu diferența sarcinilor hidrodinamice ale secțiunilor A și R și reprezintă partea din energia hidraulică transformată în mod ireversibil, în alte forme de energie, care nu mai interesează mișcarea fluidului, de exemplu căldură.

Instalațiile interioare de distribuție a apei reci și calde pentru consum menajer sunt sisteme de conducte lungi, pentru care diferența termenilor cinetici din ecuația lui Bernoulli se poate neglija:

$$\frac{\alpha_R v_R^2}{2} - \frac{\alpha_A v_A^2}{2} = 0 \qquad (2.4.18)$$

deoarece, practic, vitezele medii în secțiunile A și R nu diferă prea mult între ele. Cu observația de mai sus și utilizând notațiile:

$H_{gR} = z_R - z_A$ - înălțimea geodezică a punctului R față de punctul A, adică diferența de nivel între cota punctului de consum R și cota punctului de racord A, transformată în unități de presiune [Pa];

$H_A = \left(\frac{p}{\rho}\right)_A = H_{nec}$ - presiunea manometrică a apei necesară în punctul de racord A al instalației interioare la conducta publică (numită în practică și presiune necesară) [Pa];

$H_{uR} = \left(\frac{p}{\rho}\right)_R$ - presiunea manometrică a apei în punctul de consum R, numită în mod curent presiune de utilizare a apei la punctul de consum R [Pa].

Rezultă deci:

$$H_A = H_{gR} + H_{uR} + h_{r_{A-R}} \text{ [Pa]} \qquad (2.4.19)$$

Punctele de consum din instalația interioară au diferite înălțimi geodezice și presiuni de utilizare, iar de la punctul de racord A (fig. 2.4.67) până la oricare punct de consum, pierderile de sarcină vor fi, evident, diferite. Din această cauză, pentru a stabili presiunea necesară H_{nec} în punctul de racord, se determină valoarea maximă a sumei $H_g + H_u + h_r$, procedând prin eliminare: se aleg punctele de consum care au cea mai mare înălțime geodezică, dintre acestea se aleg cele care au suma pierderilor de sarcină cea mai mare (care sunt cele mai depărtate pe orizontală față de punctul de racord) și în sfârșit, din ultimele se alege cel care are și presiunea de utilizare cea mai mare. Punctul de consum pentru care suma $H_g + H_u + h_r$ este maximă se numește cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic, din întreaga instalație. Prin urmare:

$$H_{nec} = max(H_g + H_u + h_r) \text{ [Pa]} \qquad (2.4.20)$$

Dacă:

$$H_{nec_A} \le H_{dispA} \text{ [Pa]} \qquad (2.4.21)$$

instalația interioară poate fi racordată direct la rețeaua exterioară (conducta publică), pe când dacă:

$$H_{nec_A} > H_{dispA} \text{ [Pa]} \qquad (2.4.22)$$

instalația interioară se va racorda la instalația de ridicare a presiunii apă (de regulă, la stația de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor).

Pentru presiuni, unitățile de măsură sunt: mH_2O, bar sau Pa, cu relațiile de transformare:

1 bar = 10^5 Pa = 10,2 mH^2O;
1 mH_2O = 9,81 kPa;
1 Pa = 1,02 · $10^{-4}$$mH^2O$

- **Calculul pierderilor de sarcină**

Pierderile de sarcină liniare, h_{rl}, se calculează cu relația:

$$h_{rl} = il = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \text{ [Pa]} \qquad (2.4.23)$$

în care:

$$i = \frac{h_{rl}}{l} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \text{ [Pa/m]} \qquad (2.4.24)$$

este panta hidraulică sau panta energetică și reprezintă pierderea de sarcină liniară unitară (pe unitatea de lungime a curentului), în care:

λ - coeficientul de rezistență hidraulică liniară (Darcy–Weissbach);
l - lungimea tronsonului de conductă [m];
d - diametrul interior al conductei [m];
v - viteza medie a apei în conductă [m/s];

Introducând în relația (2.4.23) viteza dedusă din relația (2.4.14)

$$v = \frac{4\dot{V}}{\pi d^2} \text{ [m/s]} \qquad (2.4.25)$$

se obține:

$$h_{rl} = \frac{16}{\pi^2 2} \cdot \frac{\lambda l}{d^5} \dot{V}^2 = 0,0826 \frac{\lambda l}{d^5} \dot{V}^2 \text{ [Pa]} \qquad (2.4.26)$$

Se numește modul de rezistență hidraulică liniară al conductei, expresia:

$$M_l = 0,0826 \frac{\lambda l}{d^5} \text{[s}^2\text{/m}^5\text{]} \qquad (2.4.27)$$

Pierderea de sarcină liniară poate fi exprimată și sub forma:

$$h_{rl} = M_l \dot{V}^2 \text{ [Pa]} \qquad (2.4.28)$$

Coeficientul de rezistență hidraulică, λ, este în funcție de regimul de mișcare, precizat prin criteriul (numărul) Reynolds:

$$Re = \frac{vd}{\nu} \qquad (2.4.29)$$

unde:

ν - este coeficientul cinematic de vâscozitate și de rugozitatea relativă $D = k/d$ a suprafeței interioare a peretelui conductei, k fiind rugozitatea absolută (înălțimea medie a asperităților, tabelul 2.4.32).

În tabelul 2.4.33 sunt date valorile coeficientului cinematic de vâscozitate, în funcție de temperatura apei.

Relațiile de calcul pentru coeficientul λ au fost stabilite prin numeroase cercetări experimentale. Aceste cercetări au pus în evidență 4 zone de mișcare în conductele sub presiune, cărora le corespund diferite tipuri de relații pentru calculul coeficientului de rezistență hidraulică și anume:

- *mișcare laminară prin conducte circulare*, pentru

$$Re = \frac{vd}{\nu} < 2300$$

se aplică relația (Hagen–Poiseuille):

$$\lambda = \frac{64}{Re} \qquad (2.4.30)$$

În regim de mișcare laminară, pierderea de sarcină liniară este direct proporțională cu viteza medie v a curentului de fluid:

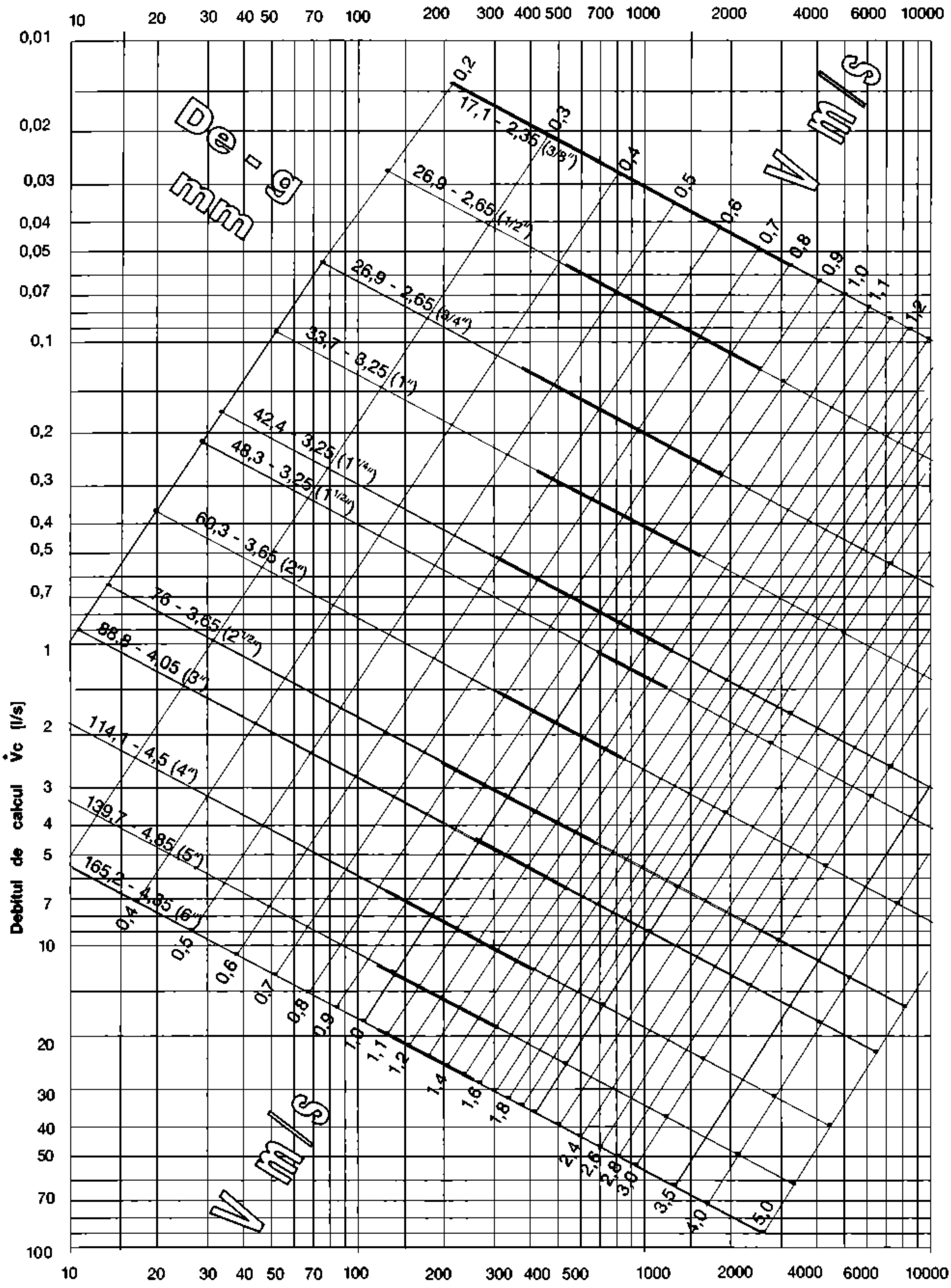


Fig. 2.4.69. Nomogramă pentru dimensionarea conductelor din oțel zincat D_e 17,1 - 165,2 mm, pentru apă caldă P_n=0,6 MPa (6 bar), K=0,80 mm.

$$h_{rl} = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{64}{\frac{vd}{\nu}} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{64 \nu l}{2d^2} \cdot v \text{ [Pa]} \quad (2.4.31)$$

Trecerea de la mișcarea laminară la mișcarea turbulentă se face printr-o zonă de tranziție, în care:

2300 < Re < 3500;

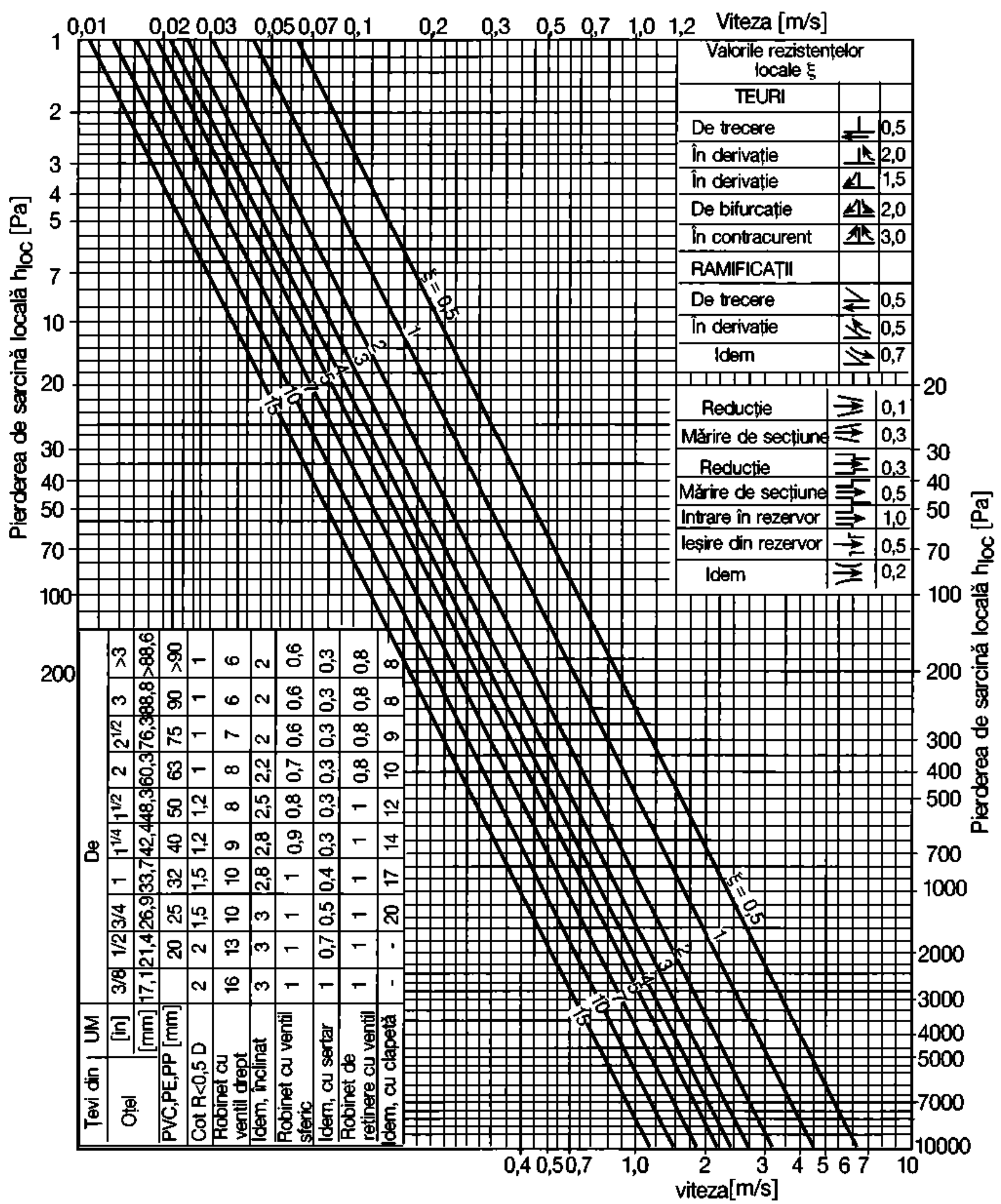
- *mișcarea turbulentă în conducte hidraulic netede* are loc când:

$$3500 < Re < 23\frac{d}{k}$$

Dintre numeroasele formule stabilite pentru calculul coeficientului λ, pentru conductele cu țevi din mase plastice (polietilenă de înaltă densitate, polipropilenă, policlorură de vinil, PVC) se recomandă relația (P. A. Konakov):

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,5)^2} \quad (2.4.32)$$

- *mișcarea turbulentă în conducte hidraulic rugoase,* numită și zona pre-pătratică, pentru:



Valorile rezistențelor locale ξ		
TEURI		
De trecere		0,5
În derivație		2,0
În derivație		1,5
De bifurcație		2,0
În contracurent		3,0
RAMIFICAȚII		
De trecere		0,5
În derivație		0,5
Idem		0,7
Reducție		0,1
Mărire de secțiune		0,3
Reducție		0,3
Mărire de secțiune		0,5
Intrare în rezervor		1,0
Ieșire din rezervor		0,5
Idem		0,2

Țevi din	UM	De									
Oțel	[in]	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	>3
	[mm]	17,1	21,4	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,3	88,8	>88,6
PVC,PE,PP	[mm]		20	25	32	40	50	63	75	90	>90
Cot R<0,5 D		2	2	1,5	1,5	1,2	1,2	1	1	1	1
Robinet cu ventil drept		16	13	10	10	9	8	8	7	6	6
Idem, înclinat		3	3	3	2,8	2,8	2,5	2,2	2	2	2
Robinet cu ventil sferic		1	1	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
Idem, cu sertar		1	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Robinet de reținere cu ventil		1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8
Idem, cu clapetă		-	-	20	17	14	12	10	9	8	8

Fig. 2.4.70. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcini locale.

$$23\frac{d}{k} < Re < 560\frac{d}{k},$$

pentru conducte din mase plastice, țevi din oțel, zincate sau negre, se recomandă relația (Colebrook-White):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71d}\right) \qquad (2.4.33)$$

- *mișcarea turbulentă în conducte hidraulic rugoase*, pentru:

$$Re > 560\frac{d}{k}$$

numită și zona pătratică deoarece, în această zonă de mișcare, pierderea de sarcină liniară crește direct proporțional cu pătratul vitezei medii v a curentului de fluid. Pentru această zonă, în mod normal se aplică relația (Prandtl-Nikuradse):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,14 - 2\lg\frac{k}{d} \qquad (2.4.34)$$

În practica de proiectare se utilizează, frecvent, nomograme pentru dimensionarea conductelor și determinarea pierderilor de sarcină liniare unitare, trasate pe baza relațiilor de calcul de mai sus, în următoarele condiții:

- valoarea coeficientului de rezistență liniară sau coeficientul lui Darcy λ s-a calculat pe baza relației Colebrook - White;

Pentru conductele din oțel s-au considerat următoarele:

- s-au utilizat țevi din oțel fără sudură, trase sau laminate la cald pentru instalații STAS 403, seria M, cu diametrul mediu calculat între valorile maxime și minime;
- depunerea de piatră pe conductele de apă rece s-a considerat de 1 mm, până la diametrul mediu de 42,4 mm și de 1,5 mm la diametrele peste 42,4 mm;
- depunerea de piatră pe conductele de apă caldă, la duritatea apei sub 12 grade de duritate [°d], s-a considerat de 1,2 mm, până la diametrul de 42,4 mm și de 2 mm la diametrele peste 42,4 mm;
- depunerea de piatră pe conductele de apă caldă, la duritatea apei peste 12 grade de duritate [°d], s-a considerat de 1,5 mm, până la diametrul mediu de 42,4 mm și de 2,5 mm la diametrele peste 42,4 mm;

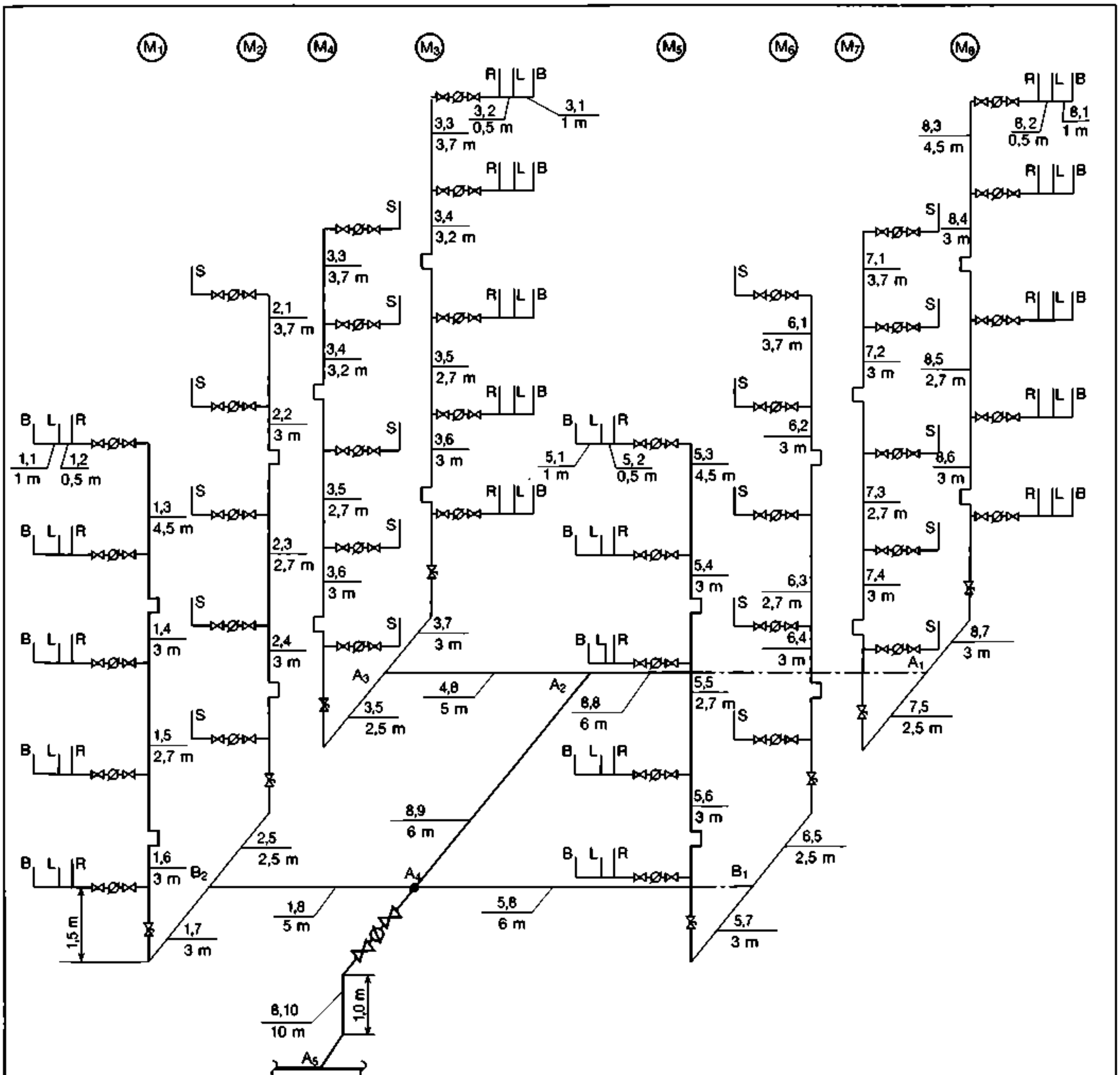


Fig. 2.4.71. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, aferentă unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul 1).

- rugozitatea absolută a conductelor k, s-a considerat de 0,3 mm pentru conductele de apă rece, de 0,5 mm pentru conductele de apă caldă la duritatea apei sub 12 grade de duritate [°d] și de 0,8 mm pentru conductele de apă caldă la duritatea apei peste 12 grade de duritate [°d];
- valoarea *Re* s-a calculat pentru un coeficient de viscozitate cinematică $v=1,154\cdot10^{-6}$ m²/s, corespunzător temperaturii medii a apei reci de 15 °C și de $0,553\cdot10^{-6}$ m²/s, corespunzător temperaturii medii a apei calde de 50 °C, condiții de temperatură mai severe pentru a compensa eventuale depuneri de piatră mai mari decât cele considerate.

Pentru conductele din PVC, PE și PP s-au considerat următoarele:

- s-au utilizat țevi din PVC 60 STAS 6675/1,2 și PVC 100 DIN 8061/8062;
- s-au utilizat țevi din polietilenă PE DIN 8074;
- s-au utilizat țevi din polipropilenă PP DIN 8077;
- pentru toate țevile din PVC, PE și PP s-au luat diametrele exterioare minime și grosimile pereților maxime;
- rugozitatea absolută a conductelor k este de 0,007 mm, fără nici un fel de depunere de piatră;
- valoarea lui *Re* s-a calculat pentru un coeficient de viscozitate cinematică *v* de $1,304\cdot10^{-6}$ m²/s, corespunzător temperaturii medii a apei reci de 10 °C și de $0,474\cdot10^{-6}$ m²/s, corespunzător temperaturii medii a apei calde de 60 °C, condiții de temperatură mai puțin severe față de conductele din oțel, având în vedere lipsa depunerii de piatră.

În nomogramele pentru dimensionarea conductelor sunt indicate, prin linii îngroșate ale diametrelor, domeniile vitezelor recomandate (tab. 2.4.30).

În aceste nomograme se intră pe ordonată cu debitul de calcul $\dot{V}_c$ [l/s], al tronsonului de conductă care se dimensionează și se duce o paralelă la axa absciselor până la intersecția cu prima linie îngroșată de diametru d_n [mm] al conductei (care corespunde vitezei economice), obținându-se un punct pentru care se citește: pierderea de sarcină liniară unitară *i* [Pa] și viteza medie *v* [m/s] ale apei în conductă.

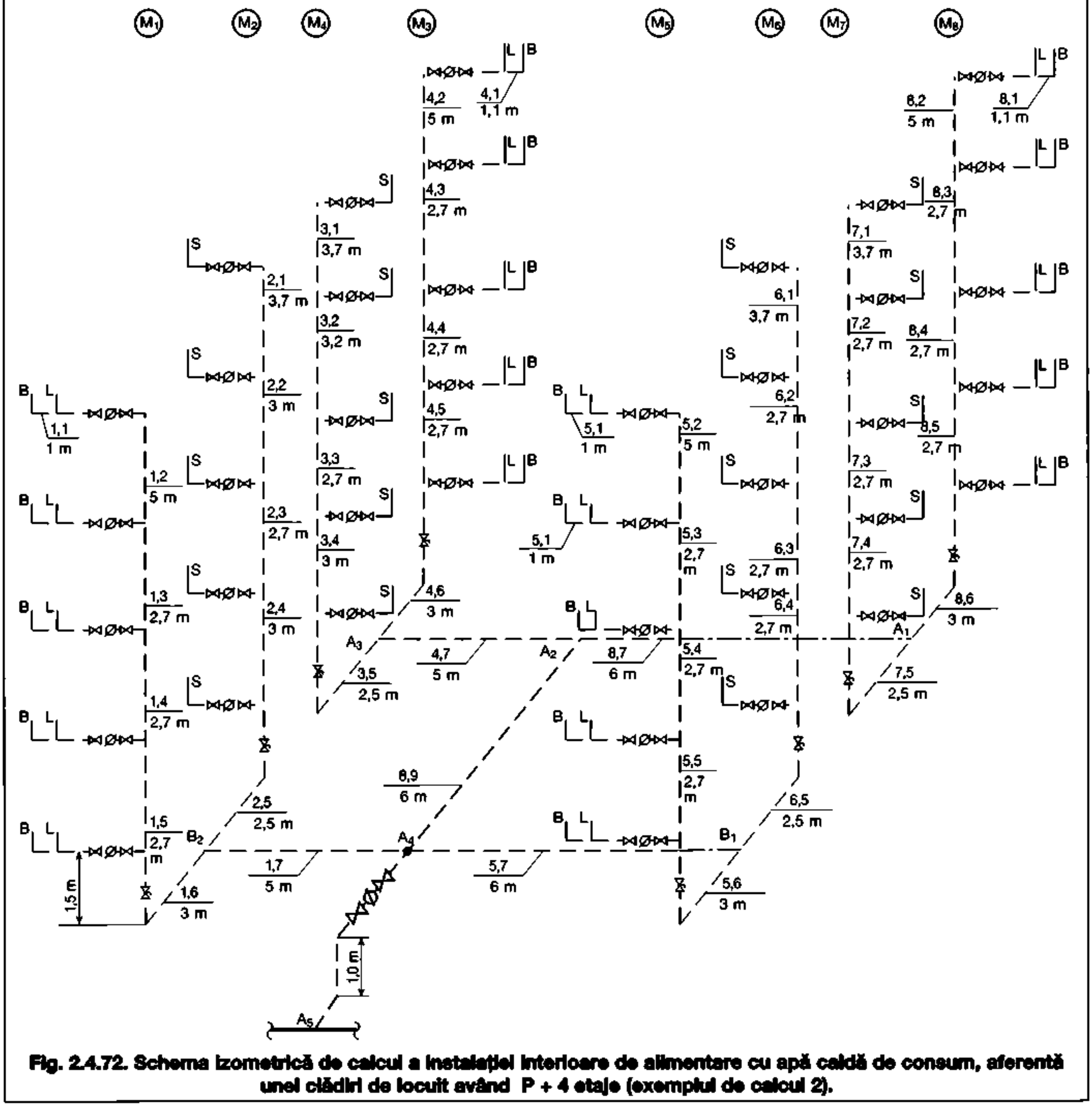


Fig. 2.4.72. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă caldă de consum, aferentă unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul 2).

În fig. 2.4.68 este prezentată nomograma pentru dimensionarea conductelor din PVC 60 și PVC 100 cu diametrele cuprinse între 20 și 125 mm, pentru apă rece, pentru presiunea nominală P_n de 0,6 MPa pentru conductele din PVC 60 și pentru presiunea nominală P_n de 1,0 MPa pentru conductele din PVC 100. În tabelele 2.4.35 și 2.4.36 (Anexa I.2.4.), sunt date pierderile de sarcină liniare unitare pentru conductele din PVC prezentate în fig. 2.4.68.

În fig. 2.4.69 este prezentată nomograma pentru dimensionarea conductelor din oțel zincat cu diametrele cuprinse între

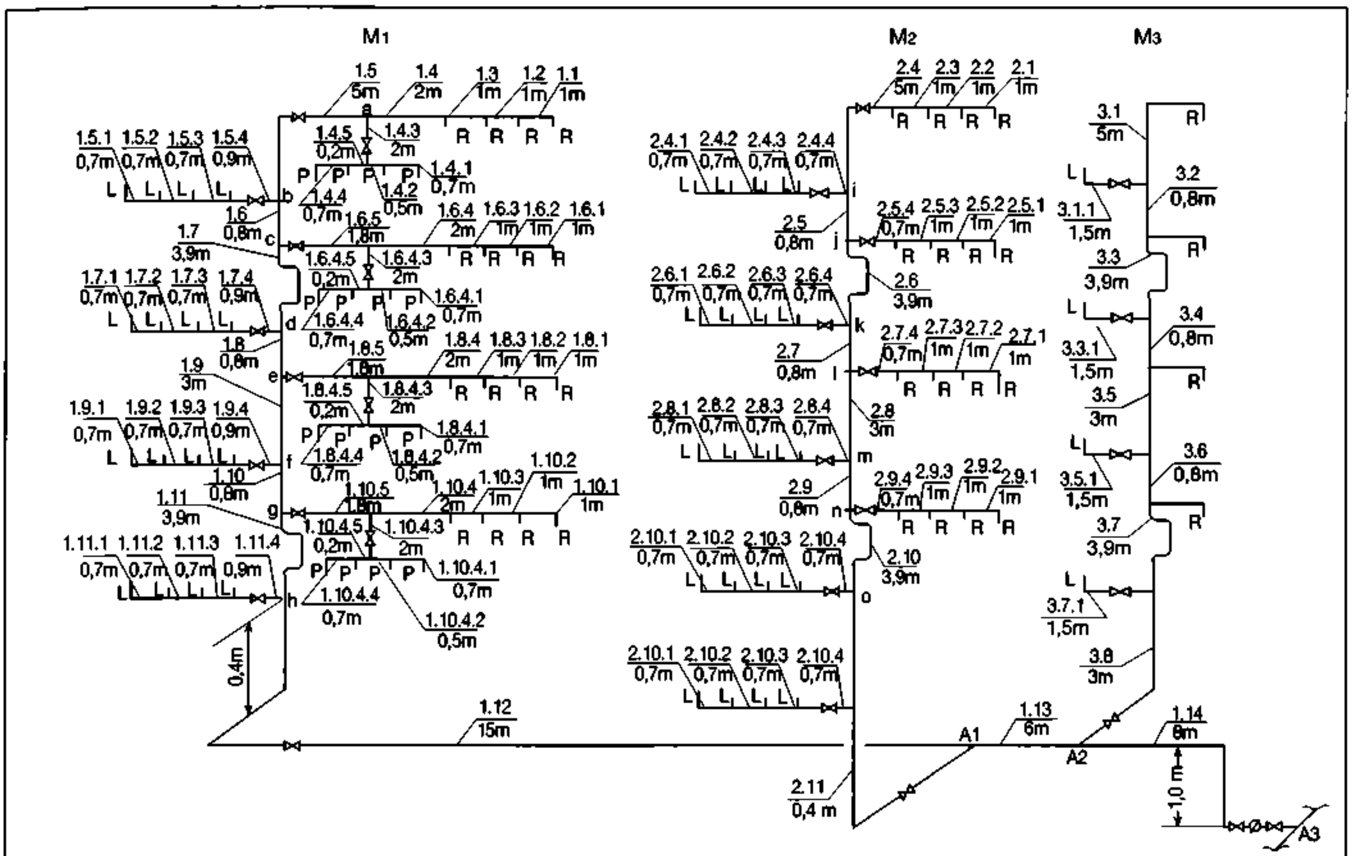


Fig. 2.4.73. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, aferentă unei școli având P + 3 etaje (exemplul de calcul 3).

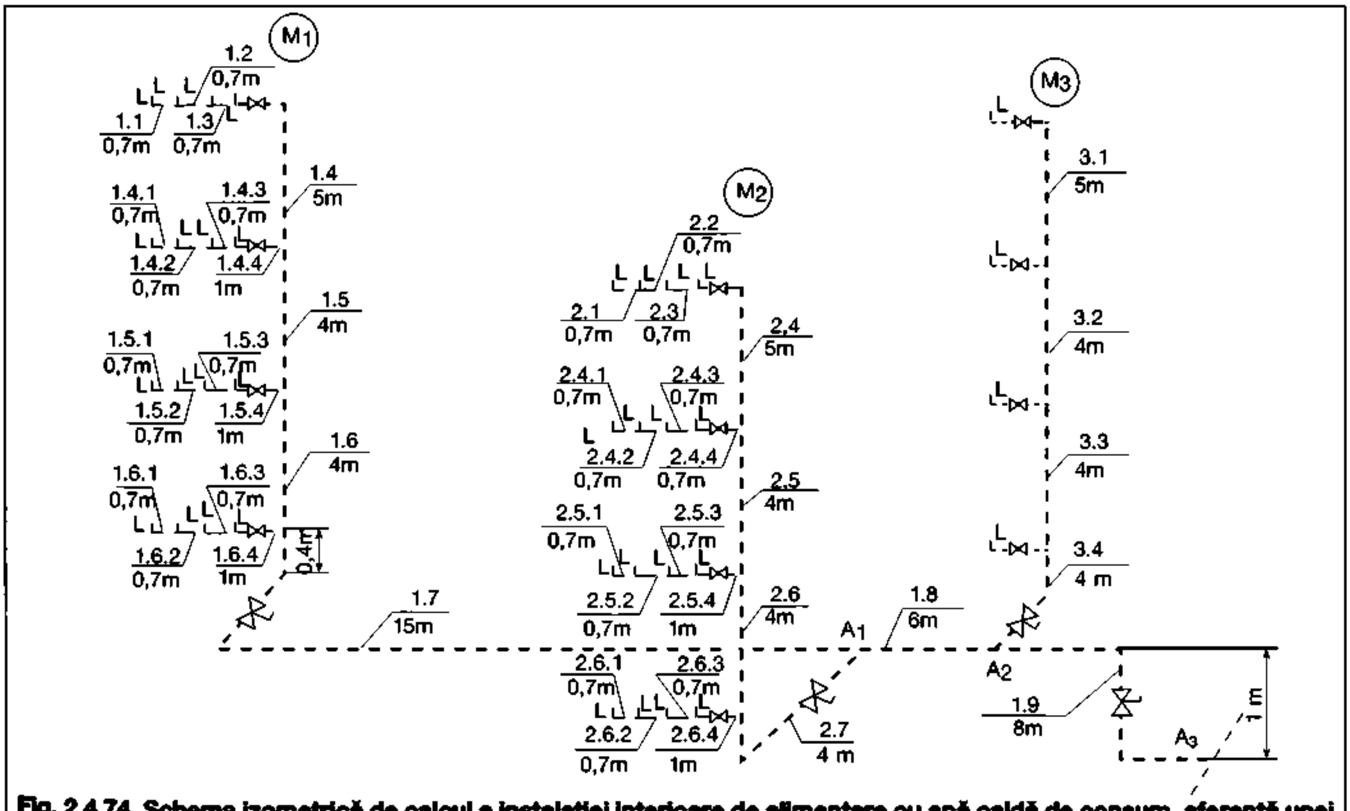


Fig. 2.4.74. Schema izometrică de calcul a instalației interioare de alimentare cu apă caldă de consum, aferentă unei școli având P + 3 etaje (exemplul de calcul 4).

Breviar 2.4.1. Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale, în exemplul de calcul 1 (grupa A)

Tronson 8.1:	
2 coturi D_e 20 mm	2 x 2,0 = 4,0
1 teuri de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 4,5
Tronsoane 8.2; 8.5; 8.9:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5
Tronson 8.3:	
1 cot D_e 20 mm	1 x 2,0 = 2,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
2 robinete cu ventil sferic D_e 20 mm	2 x 1,0 = 2,0
	Total 4,5
Tronsoane 8.4:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
4 coturi D_e 20 mm	4 x 2,0 = 8,0
	Total 8,5
Tronson 8.6:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
4 coturi D_e 25 mm	4 x 1,5 = 6,0
	Total 6,5
Tronsoane 8.7:	
1 teu în bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil drept D_n 25 mm	1 x 10 = 10,0
1 cot D_e 25 mm	1 x 1,5 = 3,0
	Total 13,5
Tronsoanele 8.8; 8.9:	
1 teu de bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 2,0
Tronsoane 8.10:	
1 teu în derivație	1 x 2,0 = 1,5
2 robinete cu ventil drept D_e 40 mm	2 x 9,0 = 18,0
2 coturi D_e 40 mm	2 x 1,2 = 2,4
	Total 22,4

Breviar 2.4.1. Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale, în exemplul de calcul 1 (grupa B)

Tronson 7.1:	
3 coturi D_e 20 mm	3 x 2,0 = 6,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
2 robinete cu ventil sferic D_e 20 mm	2 x 1,0 = 2,0
	Total 8,5
Tronson 7.2; 7.4:	
2 coturi D_e 20 mm	2 x 2,0 = 4,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 4,5
Tronsoane 7.3:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5
Tronsoane 7.5:	
1 teu de bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil drept D_e 25 mm	1 x 10,0 = 10,0
1 cot D_e 25 mm	1 x 1,5 = 1,5
	Total 13,5

Breviar 2.4.2. Calculul sumei coeficienților de pierderi locale, în exemplul de calcul 2 (grupa A)

Tronson 8.1:	
2 coturi D_e 26,9 mm	2 x 1,5 = 3,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 3,5
Tronsoane 8.2:	
1 cot D_e 26,9 mm	2 x 1,5 = 3,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
2 robinet cu ventil sferic D_e 26,9 mm	2 x 1,0 = 2,0
	Total 4,0
Tronson 8.3; 8.4; 8.5; 8.8:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5
Tronsoane 8.6:	
1 teu bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil drept D_e 26,9 mm	1 x 10,0 = 10,0
1 cot D_e 26,9 mm	1 x 1,5 = 1,5
	Total 13,5
Tronsoane: 8.7:	
1 teu de bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 2,0
Tronson 8.9:	
1 teu de trecere	1 x 2,0 = 2,0
2 coturi D_e 42,4 mm	2 x 1,2 = 2,4
2 robinete cu ventil drept	2 x 9,0 = 18,0
	Total 24,4

Breviar 2.4.2. Calculul sumei coeficienților de pierderi locale, exemplul de calcul 2 (grupa B)

Tronson 7.1:	
3 coturi D_e 26,9 mm	3 x 1,5 = 6,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
2 robinete cu ventil sferic D_e 26,9 mm	2 x 1,0 = 2,0
	Total 8,5
Tronsoane 7.2; 7.3; 7.4:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5
Tronson 7.5:	
1 teu bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil drept D_n 26,9 mm	1 x 10,0 = 10,0
1 cot D_e 26,9 mm	1 x 1,5 = 1,5
	Total 13,5

17,2 și 165,2 mm, pentru apă caldă ($k = 0,8$ mm), P_n 0,6 Mpa. În tabelele 2.4.38 și 2.4.39 (Anexa I.2.4.), sunt date pierderile de sarcină liniare unitare pentru conductele din oțel prezentate în fig. 2.4.69.

În Anexa II, sunt date nomogramele și tabelele cu pierderile de sarcină liniare pentru conductele din PVC și oțel zincat și pentru alte presiuni și temperaturi, de asemenea, tot în Anexa II sunt date nomogramele și tabelele cu pierderile de sarcină liniare pentru conductele din PE și PP.

Pierderile de sarcină locale, h_{rl}, apar în zonele în care curgerea uniformă este perturbată de rezistențele hidraulice locale cum sunt: coturi, schimbări de secțiune, robinete etc. și se deter-

mină cu relația:

$$h_{ri} = \sum_{i=1}^{k} \xi \frac{v^2}{2} \quad [Pa] \quad (2.4.35)$$

în care:

ξ_i - este coeficientul adimensional de pierdere locală în rezistența hidraulică de tip i (cot, vană etc);

v - viteza medie a curentului de fluid, considerată de obicei, în aval de rezistența locală.

Pentru calculul pierderilor de sarcină locale, se folosește nomograma din fig. 2.4.70, pe care sunt notate și valorile coeficienților ξ_i pentru rezistențele hidraulice uzuale din instalațiile de distribuție a apei reci și, respectiv, apei calde de consum. În nomogramă se intră pe abscisă cu valoarea vitezei v a apei din tronsonul respectiv și ridicând o verticală până la intersecția cu curba $\Sigma\xi_i$ de valoarea calculată, rezultă, pe ordonată, pierderea de sarcină locală h_{ri}.

Exemplul de calcul 1

Se dimensionează conductele instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer, din interiorul unei clădiri de locuit având parter și 4 etaje și se efectuează calculul pierderilor totale de sarcină și determinarea sarcinii hidrodinamice necesare a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară, cunoscând următoarele date:

- conductele rețelei sunt din PVC 60;
- lungimile diferitelor tronsoane de conducte sunt notate pe schema izometrică de calcul a rețelei din fig. 2.4.71;
- înălțimea unui etaj este 2,70 m;
- tipurile de armătură (fig. 2.4.71):
  - L - baterie pentru lavoar, D_n 15;
  - B - baterie pentru baie D_n 15 la prepararea centrală a apei calde;
  - S - baterie pentru spălător D_n 15;
  - R - robinet pentru rezervor de closet D_n 10;
- necesarul specific de apă rece este de 120 l/zi pers.;
- numărul mediu de persoane pentru un apartament este de 2,5;
- gradul de asigurare în alimentarea cu apă este de 99 %;
- regimul de furnizare a apei reci este de 19 h/zi;
- temperatura apei reci de consum este de 10 °C.

Rezolvare

Calculul de dimensionare s-a început cu traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic (tronsoanele 8.1 ... 8.10 coloana M[8]), pentru a se stabili sarcina hidrodinamică H_{nec} [Pa], necesară alimentării cu apă rece a tuturor punctelor de consum. Rezultatele calculelor s-au centralizat în tabelul de calcul 2.4.34 - Anexa I.2.4. care cuprinde 20 de coloane, astfel în:

col. 1 - s-au trecut numerele tronsoanelor de conducte, începând de la punctul de consum cel mai defavorabil amplasat din punct de vedere hidraulic și până la punctul de racord la rețeaua exterioară (tronsoanele 8.1... 8.10);

col. 2 - s-au trecut numărul și felul armăturilor de alimentare cu apă, corespunzătoare fiecărui tronson;

col. 3 - s-a trecut $\Sigma n\dot{V}_{sr}$ suma debitelor specifice ale robinetelor (tabelul 2.4.24);

col. 4 - s-a trecut debitul de calcul $\dot{V}_c$;

col. 5 - s-au trecut lungimile tronsoanelor l [m], luate din schema de calcul (fig. 2.4.71);

col. 6, 7 și 8 - s-au trecut:
- diametrul D_e [mm],
- viteza medie a apei v [m/s] și
- panta hidraulică i [Pa/m],

determinate cu ajutorul nomogramei din fig. 2.4.68 și tabelele 2.4.35 și 2.4.36, Anexa I.2.4.;

col. 9 - s-a trecut pierderea de sarcină liniară $h_{ri} = il$ pe fiecare tronson, obținută prin înmulțirea valorilor corespunzătoare co-

Breviar 2.4.3. Calculul sumei coeficienților de pierderi locale, exemplul de calcul 3 (grupa A)

Tronson 1.1:	
2 coturi D_e 20 mm	2 x 2,0 = 4,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 4,5
Tronsoane 1.2; 1.3; 1.4; 1.6; 1.8; 1.9; 1.10; 1.13:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5
Tronson 1.5:	
1 cot D_e 32 mm	1 x 1,5 = 1,5
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 robinet cu ventil drept D_n 32 mm	1 x 10,0 = 10,0
	Total 12,0
Tronson 1.7; 1.11:	
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
4 coturi D_e 32 mm	4 x 1,5 = 6,0
	Total 6,5
Tronson 1.12:	
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 robinet cu ventil drept D_n 40 mm	1 x 9,0 = 9,0
1 cot D_e 40 mm	1 x 1,2 = 1,2
	Total 10,7
Tronson 1.13:	
1 teu derivație	1 x 2,0 = 2,0
2 robinete cu ventil drept D_n 50 mm	2 x 8,0 = 16,0
2 coturi D_e 50 mm	2 x 1,2 = 2,4
	Total 20,4

Breviar 2.4.3. Calculul sumei coeficienților de pierderi locale, exemplul de calcul 3 (grupa B)

Tronson 2.1:	
2 coturi D_e 20 mm	2 x 2,0 = 4,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 4,5
Tronsoane 2.2; 2.3; 2.5; 2.7; 2.8; 2.9:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5
Tronson 2.4:	
1 cot D_e 32 mm	1 x 1,5 = 1,5
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 robinet cu ventil drept D_n 32 mm	1 x 10,0 = 10,0
	Total 12,0
Tronson 2.6:	
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
4 coturi D_e 32 mm	4 x 1,5 = 6,0
	Total 6,5
Tronson 2.10:	
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
4 coturi D_e 40 mm	4 x 1,2 = 4,8
	Total 5,3
Tronson 2.11:	
1 teu derivație	1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil drept D_n 40 mm	1 x 9,0 = 9,0
1 cot D_e 40 mm	1 x 1,2 = 1,2
	Total 12,2

Breviar 2.4.3. Calculul sumei coeficienţilor de pierderi locale, exemplul de calcul 3 (grupa D)

Tronsonul 1.4.1:		Tronson 1.4.3:	
1 cot D_e 20 mm	1 x 2,0 = 2,0	1 teu derivaţie	1 x 2,0 = 2,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 robinet cu ventil drept D_e 20 mm	1 x 13,0 = 13,0
	Total 2,5		Total 15,0
Tronsonul 1.4.2:			
1 teu de derivaţie	1 x 2,0 = 2,0		
	Total 2,0		

Breviar 2.4.3. Calculul sumei coeficienţilor de pierderi locale, exemplul de calcul 3 (grupa E)

Tronsonul 1.5.1:		Tronson 1.5.4:	
1 cot D_e 20 mm	1 x 2,0 = 2,0	1 teu derivaţie	1 x 2,0 = 2,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 robinet cu ventil drept D_e 20 mm	1 x 13,0 = 13,0
	Total 2,5		Total 15,0
Tronsonul 1.5.2; 1.5.3:			
1 teu de derivaţie	1 x 0,5 = 0,5		
	Total 0,5		

Breviar 2.4.3. Calculul sumei coeficienţilor de pierderi locale, exemplul de calcul 3 (grupa B corectat)

Tronson 2.1:		Tronson 2.6:	
2 coturi D_e 20 mm	2 x 2,0 = 4,0	1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	4 coturi D_e 25 mm	4 x 1,5 = 6,0
	Total 4,5		Total 6,5
Tronsoane 2.2; 2.3; 2.5; 2.7; 2.8; 2.9:		Tronson 2.10:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5	4 coturi D_e 32 mm	4 x 1,5 = 6,0
Tronson 2.4:			Total 6,5
1 cot D_e 20 mm	1 x 2,0 = 2,0	Tronson 2.11:	
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 teu derivaţie	1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil drept D_n 20 mm	1 x 13,0 = 13,0	1 robinet cu ventil drept D_n 32 mm	1 x 10,0 = 10,0
	Total 15,5	1 cot D_e 32 mm	1 x 1,5 = 1,2
			Total 13,5

Breviar 2.4.3. Calculul sumei coeficienţilor de pierderi locale, exemplul de calcul 3 (grupa C)

Tronson 3.1:		Tronson 3.7:	
3 coturi D_e 20 mm	3 x 2,0 = 6,0	1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	4 coturi D_e 20 mm	4 x 2,0 = 8,0
	Total 6,5		Total 8,5
Tronsoane 3.2; 3.4; 3.5; 3.6:		Tronson 3.8:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 teu derivaţie	1 x 2,0 = 2,0
	Total 0,5	1 robinet cu ventil drept D_n 20 mm	1 x 13,0 = 13,0
Tronson 3.3:		1 cot D_e 20 mm	1 x 2,0 = 2,0
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5		Total 17,0
4 coturi D_e 20 mm	4 x 2,0 = 8,0		
	Total 8,5		

loanelor 8 şi 5;

col. 10 - s-a trecut suma pierderilor de sarcină liniare Σil pe traseul dimensionat, adunând succesiv pierderile de sarcină liniare de pe tronsoanele calculate anterior;

col. 11 - s-a trecut suma coeficienţilor de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi_i$ pe fiecare tronson; calculul pierderilor de sarcină locale se găseşte în breviarul 2.4.1 (calcul grupa A şi B);

col. 12 - s-a trecut pierderea de sarcină locală h_{ri} pe fiecare tronson, calculată cu ajutorul nomogramei din fig. 2.4.70 cunoscând viteza v de circulaţie a apei şi $\Sigma\xi$ pentru tronsonul respectiv de conductă.

Pentru valori ale sumei coeficienţilor de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$ diferite de cele notate pe nomograma din fig. 2.4.68 se procedează astfel: la aceeaşi valoare a vitezei v citită pe axa absciselor se adună valorile pierderilor de sarcină locale h_{ri} citite pe axa ordonatelor în dreptul valorilor componente $\Sigma\xi_1$; $\Sigma\xi_2$; ... $\Sigma\xi_n$, care însumate dau valoarea $\Sigma\xi$ pe tronsonul respectiv:

$\Sigma\xi = \Sigma\xi_1 + \Sigma\xi_2 + ... + \Sigma\xi_n$.

col. 13 - s-a trecut suma pierderilor de sarcină locale pe traseul dimensionat, adunând succesiv pierderile de sarcină locale pe tronsoanele calculate anterior;

col. 14 - s-a trecut suma pierderilor totale de sarcină pe traseul dimensionat $H_r = \Sigma il + \Sigma h_{ri}$, obţinută prin însumarea valorilor corespunzătoare din coloanele 10 şi 13 din tabelul 2.4.34;

col. 15 - s-a trecut pierderea de sarcină în debitmetre, 1000 Pa pentru debitmetrul de pe tronsonul 8.3 şi 1500 Pa pentru debitmetrul de pe tronsonul 8.10; total

2500 Pa;

col. 16 - s-a trecut presiunea de utilizare H_u [Pa], luată din tabelul 2.4.24, iar în coloanele 17 și 18 înălțimea geodezică H_g [mm], respectiv [Pa] corespunzătoare punctului de consum cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație, și anume robinetul R, tronsonul 8.1;

col. 19 - s-a trecut sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} [Pa] în punctul A5 (fig. 2.4.71) de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară de alimentare cu apă:

$H_{necA5} = H_r + H_d + H_u + H_g =$
$= 33.704 + 25.000 + 30.000 + 130.473 =$
$= 219.177$ Pa

Calculul hidraulic al traseelor secundare care pornesc din punctele de ramificare A1 și A4 ale traseului principal, se efectuează la sarcinile disponibile din aceste puncte și rezultă:

H_{dispA1} = 180.867 Pa;
H_{dispA2} = 182.367 Pa.

Din tabelul 2.4.34 se observă că, prin dimensionare, s-a realizat o bună echilibrare hidraulică a rețelei în punctele de ramificație A1 și A2, întrucât diferențele dintre ramuri sunt sub 5 % din valorile sarcinilor disponibile în punctele A1, respectiv A4.

Pierderea de sarcină pe traseul 7.1...7.5 fiind mai mică ca presiunea disponibilă în punctul A1, s-a redimensionat tronsonul 7.5 de la 25 la 20 mm. Se constată că nu este judtificată modificarea diametrului.

Exemplul de calcul 2

Se efectuează calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă de consum, din interiorul unei clădiri de locuit având parter și patru etaje și se determină sarcina hidrodinamică necesară a apei calde în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dau:

- schema izometrică de calcul (fig. 2.4.72) pe care sunt notate tipurile de armături cu aceleași semnificații și dimensiuni ca în exemplul de calcul 1, precum și lungimile tronsoanelor rețelei;
- înălțimea unui etaj este de 2,70 m;
- temperatura apei calde de consum este de 50 °C;
- regimul de furnizare a apei calde de consum este de 19 h/zi;
- necesarul specific de apă caldă este de 90 l/zi pers.;
- numărul mediu de persoane pentru un apartament este de 2,5;
- gradul de asigurare în alimentarea cu apă este de 99 %;
- instalația se execută cu țevi din oțel

Breviar 2.4.4. Calculul sumei coeficienților de pierderi locale, exemplul de calcul 4 (grupa A)

Element	Calcul	Element	Calcul
Tronsonul 1.1:		1 cot D_e 42,4 mm	1 x 1,2 = 1,2
2 coturi D_e 21,4 mm	2 x 2,0 = 4,0	1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 robinet cu ventil drept D_e 42,4 mm	1 x 9,0 = 9,0
	Total 4,5		Total 10,7
Tronsonul 1.2; 1.3; 1.5; 1.6; 1.8:		Tronson 1.9:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 teu derivație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 0,5	2 robinete cu ventil drept D_e 42,4 mm	2 x 0,9 = 18,0
Tronson 1.4:		2 coturi D_e 42,4 mm	2 x 1,2 = 2,4
1 cot D_e 23,7 mm	1 x 1,5 = 1,5		Total 22,4
1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5		
1 robinet cu ventil drept D_e 26,9 mm	1 x 10,0 = 10,0		
	Total 12,0		
Tronson 1.7:			

Breviar 2.4.4. Calculul sumei coeficienților de pierderi locale, exemplul de calcul 4 (grupa B)

Element	Calcul	Element	Calcul
Tronsonul 2.6:		Tronson 2.7:	
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 cot D_e 42,4 mm	1 x 1,2 = 1,5
	Total 0,5	1 teu trecere	1 x 0,5 = 0,5
		1 robinet cu ventil drept D_e 42,4 mm	1 x 8,0 = 8,0
			Total 9,7

Breviar 2.4.4. Calculul sumei coeficienților de pierderi locale, exemplul de calcul 4 (grupa C)

Element	Calcul	Element	Calcul
Tronsonul 3.1:		Tronson 3.4:	
3 coturi D_e 21,4 mm	3 x 2,0 = 4,0	1 teu derivație	1 x 2,0 = 2,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 robinet cu ventil drept D_e 26,9 mm	1 x 10,0 = 10,0
1 robinet cu ventil drept D_e 21,4 mm	1 x 13,0 = 10,0	1 cot D_e 26,9 mm	1 x 1,5 = 1,5
	Total 19,5		Total 13,5
Tronsonul 3.2; 3.3:			
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5		
	Total 0,5		

Breviar 2.4.4. Calculul sumei coeficienților de pierderi locale, exemplul de calcul 4 (grupa D)

Element	Calcul	Element	Calcul
Tronsonul 1.4.1:		Tronson 1.4.4:	
1 cot D_e 17,1 mm	1 x 2,0 = 2,0	1 teu derivație	1 x 2,0 = 2,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5	1 robinet cu ventil drept D_e 26,9 mm	1 x 10,0 = 10,0
	Total 2,5	1 cot D_e 26,9 mm	1 x 1,5 = 1,5
Tronsonul 1.4.2; 1.4.3:			Total 13,5
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5		
	Total 0,5		

zincat cu k = 0,8 mm;
- tipurile de armături (fig. 2.4.72); L - baterie pentru lavoar, D_n 15; B - baterie pentru baie D_n 15; S–baterie pentru spălător D_n 15.

Rezolvare

Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 8.1 ... 8.9 de alimentare cu apă caldă coloana M_2, care este cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic din întreaga instalație și este redat în tabelul 2.4.37, Anexa I.2.4.

Pentru stabilirea debitelor de calcul s-a utilizat tabelele 2.4.24. și 2.4.27 b (Anexa I.2.4.).

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din fig. 2.4.69 și tabelele 2.4.38 și 2.4.39.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă caldă de consum a instalației interioare, determinată în punctul A_5 de racord la rețeaua exterioară este H_{necA5} = *228.337* Pa.

Traseele secundare care pornesc din nodurile A_1 (coloana M_7) și B_1 (coloanele M_5) au fost dimensionate la sarcinile disponibile din aceste noduri, realizându-se, prin dimensionare, echilibrarea hidraulică a rețelei de apă caldă.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$, pe tronsoanele 8.1...8.9, se găsește în breviarul 2.4.2 (grupa A și B).

Exemplul de calcul 3

Se efectuează calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum din interiorul unei școli având parter și 3 etaje și se determină sarcina hidrodinamică necesară a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dă schema izometrică de calcul din fig. 2.4.73 pe care sunt notate tipurile de armături pentru obiectele sanitare: L - baterie pentru lavoar D_n 15; R - robinet pentru rezervor de closet D_n 10; P - robinet pentru pisoar individual D_n 10, precum și lungimile tronsoanelor de conducte.

Parterul clădirii are cota 0,00 m. Înălțimea unui etaj este de 3,80 m. Instalația se execută cu țevi din PVC 60.

Rezolvare

Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 1.1...1.14 de alimentare cu apă al punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație (robinetul R de pe tronsonul 1.1, coloana M_1 - fig. 2.4.73) și este redat în tabelul 2.4.40, Anexa I.2.4.

Debitul de calcul s-a determinat în funcție de suma debitelor specifice $\Sigma n\dot{V}_s$, utilizând relația:

$\dot{V}_c = 0{,}6\sqrt{\sum n\dot{V}_s}$ (tab. 2.4.28), iar valorile debitelor de calcul s-au luat din tabelul 2.4.29.

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din fig. 2.4.68 și datele din tabelele 2.4.35 și 2.4.36, Anexa I.2.4.

Calculul coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$ pentru tronsoanele 1.1...1.14 s-a făcut folosind fig. 2.4.70 (se găsește în breviarul 2.4.3 A, B, C, D și E)

Din tabelul 2.4.40 (Anexa I.2.4) rezultă sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației interioare, determinată în punctul A_3 (fig. 2.4.73) de racord la rețeaua exterioară este H_{necA3} *=335.880* Pa.

Calculul hidraulic al traseului secundar care pornește din nodul A_1 (fig. 2.4.73) s-a efectuat la sarcina hidrodinamică disponibilă $H_{disp.A1}$ = *273.408* Pa, folosind vitezele economice.

Calculul sumei coeficienților de pierderi locale de sarcină $\Sigma\xi$, pe tronsoanele 2.1...2.11, se găsește în breviarul 2.4.3 B.

Pentru traseul 2.1...2.11, s-au utilizat vitezele recomandate, rezultând o presiune necesară H_n = 138.076 Pa. Deoarece presiunea disponibilă în punctul A_1 este de 273.408 Pa. s-a redimensionat tronsoanele 2.3...2.10, adoptând viteze mai mari de până la 2,31 m/s și a rezultat H_n = 222.234 Pa, aproape de presiunea disponibilă în punctul A_1.

Traseul secundar care pornește din nodul A_2 a fost echilibrat hidraulic prin dimensionare, rezultând o sarcină hidrodinamică efectivă $H_{efectivA2}$ = *138706* Pa față de $H_{disp.A2}$ = *273408* Pa.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$, pe tronsoanele 3.1...3.8, se găsește în breviarul 2.4.3 C.

Calculul hidraulic al tronsoanelor 1.4.1; 1.4.2 și 1.4.3 care pornesc din nodul *a* (fig. 2.4.73) s-a efectuat la $H_{disp.a}$ = *10908* Pa, rezultând: $H_{efectiv.a}$ = *2589* Pa.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$, pe tronsoanele 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, se găsește în breviarul 2.4.3 D.

Pentru tronsoanele 1.4.1 și 1.4.2 s-a considerat presiunea de utilizare $H_n = 0$ deoarece se obține presiunea de utilizare prin diferența de înălțime de 2 m.

Ramificațiile care pornesc din nodurile *b* și *c* s-au dimensionat la sarcinile (presiunile) disponibile din aceste noduri (tab. 2.4.40 Anexa I.2.4) și la vitezele maxime admise ale apei.

Tronsoanele 1.5.1...1.5.4 ale ramificației care pornește din nodul *b* (fig. 2.4.73) se dimensionează la H_{dispi} = *51018* Pa.

Calculul sumei coeficienților de pierdere de sarcină locale $\Sigma\xi$ pe tronsoanele 1.5.1...1.5.4 se găsesc în breviarul de calcul 2.4.3 E.

Exemplul de calcul 4

Se efectuează calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum din interiorul unei școli având parter și 3 etaje și se determină sarcina hidrodinamică necesară a apei în punctul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară.

Se dă schema izometrică de calcul din fig. 2.4.74 în care armăturile obiectelor sanitare au aceleași notații și dimensiuni ca în fig. 2.4.73 (exemplul de calcul 3).

Pe schema izometrică de calcul sunt notate lungimile tronsoanelor de conducte. Parterul clădirii are cota 0,00. Înălțimea unui etaj este de 3,80 m. Instalația se execută cu țevi din oțel zincate din seria M, având coeficientul de rugozitate absolută *k = 0,80* mm.

Temperatura apei calde de consum este de 50 °C.

Rezolvare

Calculul hidraulic al rețelei s-a început cu traseul format din tronsoanele 1.1...1.9 de alimentare cu apă caldă a punctului de consum L de pe tronsonul 1.1, coloana M_1 (fig. 2.4.74), care este cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic, din întreaga instalație, și este redat în tabelul 2.4.41 Anexa I.2.4.

Valorile debitelor de calcul s-au luat din tabelul 2.4.29.

Pentru dimensionarea conductelor s-a folosit nomograma din fig. 2.4.69 și datele din tabele 2.4.38 și 2.4.39, Anexa I.2.4.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă caldă de consum a instalației interioare, determinată în punctul A_3 (fig. 2.4.74) de racord la rețeaua exterioară este H_{nec} = *346197* Pa. Presiunea necesară pentru apa caldă este mai mare cu 10317 Pa, față de presiunea necesară pentru apa rece, situație considerată acceptabilă

Traseele secundare care pornesc din nodurile A_1 (coloana M_2, fig. 2.4.74) și A_2 (coloana M_3) au fost dimensionate la sarcinile hidrodinamice disponibile din aceste noduri, realizându-se prin dimensionare, echilibrarea, hidraulică a rețelei.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$ se găsește în breviarul 2.4.4 A, B, C și D.

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.20. Tipul și numărul obiectelor sanitare pentru clădirile social-culturale și administrative, în funcție de destinația clădirilor și numărul de persoane

Destinația clădirii	Closete		Pisoare	Fântâni de băut apă	Băi pentru picioare		Lavoare		Dușuri		Repartiția pe sexe [%]		Observații B-bărbați; b-nr.B F-femei; f-nr. F n-nr. B+F
	B	F			B	F	B	F	B	F	B	F	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Clădiri administrative birouri:													
- pentru un număr de persoane de același sex de max.													
- 15	1	2	1	-	-	-	2	2	-	-	-	-	Repartiția pe
- 25	1	2-3	1-2	-	-	-	2-3	2-3	-	-	-	-	sexe se
- 40	1-2	3-4	2	-	-	-	3	3-4	-	-	-	-	stabilește
- 60	2	4-5	2-3	-	-	-	3-4	4-5	-	-	-	-	prin tema de
- 85	2	5	3	-	-	-	4	5	-	-	-	-	proiectare
- 115	2-3	6-7	4	-	-	-	5	6-7	-	-	-	-	(fig. 2.4.53 a)
- 150	3	7-8	4-5	-	-	-	6	7-8	-	-	-	-	
- 190	3-4	8-9	5	-	-	-	7	8-9	-	-	-	-	
- 250	4	10	6	-	-	-	8	10	-	-	-	-	
Clădiri de cultură:													
- teatre, săli polivalente, cluburi cu săli de spectacole;													
- pentru un număr de spectatori de același sex de max.:													
- 50	2	4	2	-	-	-	2	4	-	-			
- 100	3	6	3	-	-	-	3	5	-	-	50	50	(fig. 2.4.53 b)
- 200	4	9	5	-	-	-	4	7	-	-			
- 300	5	12	7	-	-	-	5	9	-	-			
- 500	6	15	9	-	-	-	6	10	-	-			
- 500	7	17-18	10-11	-	-	-	7	12-13	-	-			
- 600	8	20	12	-	-	-	8	14	-	-			
- pentru artiști la un nr. de persoane de același sex de max.:													Pentru dușuri cu
- 15	1	2	1	-	-	-	1	2					cabine separate,
- 25	1-2	2-3	1-2	-	-	-	1-2	2-3					se ia în calcul
- 40	1-2	3-4	2	-	-	-	2	3-4	b/5	f/5			valoarea 5
- 60	2	4-5	2-3	-	-	-	2-3	4-5			50	50	Pentru dușuri
- 85	2-3	5-6	3-4	-	-	-	3-4	5-6	sau	sau			fără cabine
- 115	3	6-7	3-4	-	-	-	4	6-7					separate, se
- 150	3-4	7-8	4-5	-	-	-	4-5	7-8	b/8	f/8			ia în calcul
- 190	3-4	8-9	5	-	-	-	5	8-9					valoarea 8.
- 250	4	10	6	-	-	-	6	10					(fig. 2.4.53 c)
Clădiri de cultură - cinematografe cu un număr de locuri de max.:													
- 100	1	2	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	
- 200	1-2	3-4	2	-	-	-	1-2	2-3	-	-	-	-	(fig. 2.4.53 d)
- 300	1-2	4-5	2-3	-	-	-	2	3	-	-	-	-	
- 400	2	5	3	-	-	-	2-3	3-4	-	-	-	-	
- 500	2	5-6	3-4	-	-	-	3	4	-	-	-	-	
- 600	2	6	4	-	-	-	3	4	-	-	-	-	
Clădiri comerciale de alimentație publică restaurante, cantine;													
- pentru consumatori, la un nr. de persoane de același sex:													
- 15	1	2	1	-	-	-	1	2	-	-	-		
- 25	1-2	3	1-2	-	-	-	1-2	2-3	-	-	-	-	
- 40	2	4	2	-	-	-	2	3	-	-	-	-	(fig. 2.4.54 a)
- 60	2	5	3	-	-	-	2-3	4	-	-	-	-	
- 85	2-3	6	3-4	-	-	-	3	4-5	-	-	-	-	
- 115	3	7	4	-	-	-	3-4	5	-	-	-	-	
- 150	3-4	8	4-5	-	-	-	4	6	-	-	-	-	
-190	3-4	9	5-6	-	-	-	4-5	6-7	-	-	-	-	
- 250	4	10	6	-	-	-	5	7	-	-	-	-	
- pentru personal, la un nr. de persoane de același sex de max.:													
- 5	1	2	1	-	-	-	1	1					
- 10	1-2	2-3	1-2	-	-	-	1-2	1-2					(fig. 2.4.54 b)
- 20	1-2	3-4	2	-	-	-	2	2-3	b/10	f/10	25	75	
- 30	2	4	2	-	-	-	2-3	3					

Anexa I.2.4.

Tabel 2.4.20 - continuare

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
- 40	2-3	4-5	2-3	-	-	-	2-3	3-4					
- 60	2-3	5-6	3	-	-	-	3-4	4	b/10	f/10	25	75	
- 80	3	6-7	3-4	-	-	-	3-4	4-5					
-100	3	7	4	-	-	-	4	5					
Clădiri pentru cazare:													
- cămine și internate având obiectele sanitare în grupuri sanitare	b/20	f/10	b/20	-	b/30	f/30	b/7	f/7	b/10	f/10	-	-	
- cămine și internate cu lavoare la fiecare cameră	b/20	f/10	b/20	-	b/30	f/30	b/30	f/30	b/10	f/10	-	-	
- cămine și internate cu grupuri sanitare în fiecare cameră	b/10	f/10	-	-	-	-	b/5	f/5	b/10	f/10			
Clădiri de turism:													
- hoteluri cu grupuri sanitare pe nivel și lavoar în cameră	b/20	f/10	b/20	-	-		b/30	f/30	b/10	f/10	-	-	
- hoteluri cu camere de baie aferente camerelor de cazare	În afara camerelor de baie aferente camerelor de cazare, la fiecare nivel se prevede câte un grup sanitar cu closet și lavoar, separat pentru bărbați și femei												
Clădiri de sănătate:													
- creșe • pentru personal	-	f/20	-	-	-	-	-	f/20	-	f/10	-	-	
• pentru copii	Dotarea cu obiecte sanitare se face prin tema de proiectare												
- spitale • pentru personal:	b/60	f/20	b/30	-	-	-	b/20	f/20	b/10	f/10	-	-	Pentru medici se prevede câte un grup sanitar dotat cu closet, lavoar și duș, separat pentru bărbați și femei, la fiecare nivel
• pentru bolnavi	Dotarea cu obiecte sanitare se face prin tema de proiectare												Repartiția pe sexe se stabilește prin tema de proiectare
- băi publice: • pentru public	b/100	f/35	b/50	-	-	-	b/50	f/50	-	-	-	-	Numărul căzilor de baie și al dușurilor precum și repartiția pe sexe se fixează prin temă.
• pentru personal:	b/60	f/20	b/30	-	-	-	b/20	f/20	-	-	-	-	
Clădiri de învățământ preșcolar grădinițe:													Grupuri sanitare sunt comune pentru copii de ambele sexe. Cifrele se referă la copii pe un nivel. Bateriile pentru duș trebuie să fie cu tub flexibil. La oficiu se prevede un spălător. (fig. 2.4.55 a)
- pentru un număr de copii de max.: - 25	3		-	-	-	-	3		2		-	-	
- 50	6		-	-	-	-	6		5		-	-	
- 75	9		-	-	-	-	9		7		-	-	
- 100	12		-	-	-	-	12		9		-	-	
- 150	16		-	-	-	-	16		12		-	-	
- 200	20		-	-	-	-	20		15		-	-	
- 250	23		-	-	-	-	23		18		-	-	
- 300	25		-	-	-	-	25		20		-	-	
- pentru personal	-	f/20	-	-	-	-	-	f/20	-	f/15	-	-	La cabinetul medical se prevede un lavoar
Clădiri de învățământ superior, școli: - pentru un număr de elevi de max.:													Valorile înscrise sunt valabile pentru elevi de același sex, pentru același grup sanitar
- 50	2	5	3	1	-	-	2	2	-	-	-	-	
- 100	3	8	5	2	-	-	4	4	-	-	-	-	Repartiția pe sexe se stabilește prin tema de proiectare
- 150	4	11	7	3	-	-	5	5	-	-	-	-	
- 200	5	13	8	4	-	-	6	6	-	-	-	-	
- 250	5-6	15	9-10	4-5	-	-	7	7	-	-	-	-	
- 300	6	17	11	5	-	-	8	8	-	-	-	-	(fig. 2.4.55 b)
- 350	7	18-19	11-12	5-6	-	-	8-9	8-9	-	-	-	-	
- 400	7	20	13	6	-	-	9	9	-	-	-	-	
- 450	7-8	21	13-14	6-7	-	-	9-10	9-10	-	-	-	-	
- 500	8	22	14	7	-	-	10	10	-	-	-	-	

Anexa I.2.4.

Tabel 2.4.20 - continuare

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
- săli de gimnastică și ateliere de școală	b/60	f/20	b/30	n/50	-	-	b/10	f/10	b/10	f/10	-	-	
- pentru cadre didactice și personal administrativ	b/60	f/20	b/30	-	-	-	b/20	f/20	-	-	-	-	
Clădiri și amenajări sportive: - săli și terenuri de sport, stadioane - pentru un număr de locuri de max.:													
- 500	2	2	3	1	-	-	1	1	-	-			
- 1000	4	4	6	2	-	-	2	2	-	-			
- 2000	6	7	12	4	-	-	3	3	-	-			
- 3000	8	10	17	6	-	-	3	3	-	-			(fig. 2.4.56 a)
- 4000	10	12	22	8	-	-	4	4	-	-	70	30	
- 5000	12	14	25	10	-	-	4	4	-	-			
- 6000	13	15	29	11	-	-	4	4	-	-			
- 7000	14	16	32	12	-	-	5	5	-	-			
- 8000	16	18	35	14	-	-	5	5	-	-			
- 9000	17	19	38	15	-	-	6	6	-	-			
- 10000	18	20	40	16	-	-	6	6	-	-			
- pentru sportivi	b/60	f/20	b/30	n/50	b/30	f/30	b/10	f/10	b/5-12	f/5-12	55	45	La stabilirea numărului de dușuri se ține seamă de felul activității sportive, durata de efectuare a dușului, precum și de felul cabinelor de dezbrăcare individuale sau comune
Gări (la traficul zilnic de călători)	b/600	f/200	b/300	n/1500	-	-	b/300	f/300	-	-	50	50	
Clădiri pentru unități productive: - pentru un număr de muncitori într-un schimb max.													
- 25	1	2	1	1	-	-	Conform tabelului 2.4.21				-	-	Cifrele se referă la numărul muncitorilor de același sex, pentru un grup sanitar. (fig. 2.4.56 b)
- 50	2	4	2	2	-	-					-	-	
- 100	3	7	4	4	-	-					-	-	
- 150	4	9-10	5-6	5	-	-					-	-	
- 200	5	12	7	6	-	-					-	-	
- 250	6	13-14	7-8	7	-	-					-	-	
- 300	6-7	15	8-9	8	-	-					-	-	
- 350	7-8	16-17	9-10	8-9	-	-					-	-	
- 400	8	18	10	9	-	-					-	-	
- 450	8-9	19	10-11	9-10	-	-					-	-	
- 500	9	20	11	10	-	-					-	-	

Observații:

1. Numărul de closete pentru femei va fi egal cu numărul de closete pentru bărbați plus numărul de pisoare, în cazul în care sunt date câte două valori la unele din aceste obiecte sanitare.
2. Pentru clădirile cu destinație specială, neasimilabile uneia din categoriile de clădiri din tabelul 2.4.20, determinarea felului și numărului obiectelor sanitare se face pe baza indicațiilor din tema de proiectare sau a cerințelor investitorului.
3. Prin tema de proiect se poate stabili o altă repartiție pe sexe a persoanelor, în funcție de specificul funcțional al clădirii.
4. Pentru un număr intermediar de persoane, numărul obiectelor sanitare se calculează prin interpolare liniară.
5. Pentru un număr de persoane mai mare, numărul obiectelor sanitare se determină prin extrapolare, păstrându-se proporționalitatea corespunzătoare celui mai mare număr de persoane înscris în tabelul 2.4.20.
6. Pentru un număr de persoane mai mic, numărul obiectelor sanitare se determină prin extrapolare, păstrându-se proporționalitatea corespunzătoare celui mai mic număr de persoane înscris în tabelul 2.4.20, numărul minim de obiecte fiind 1.
7. În cazurile în care grupurile de dușuri sunt montate separat de closete, se prevede în plus câte 1 closet la fiecare 10 dușuri.
8. În cazurile în care grupurile de closete sunt montate separat de grupurile de lavoare, se prevede suplimentar câte 1 lavoar la fiecare 5 closete, dar minimum 1 lavoar la 1 closet.
9. La fiecare nivel al clădirii, cu excepția celor de locuit, se prevede o chiuvetă care se amplasează în grupul sanitar sau într-o încăpere destinată materialului gospodăresc. La clădirile de locuit se recomandă să se prevadă chiuvete cu apă rece și caldă, câte o chiuvetă la 4 - 5 niveluri, pentru întreținerea părților comune.
10. În camerele de colectare a gunoiului se recomandă să se prevadă câte 1 chiuvetă cu robinete dublu serviciu de apă rece și caldă, în cazul în care în aceste camere nu există pericolul de îngheț.
11. În întreprinderi cu peste 25 femei pe schimb, se amenajează la vestiare, încăperi destinate igienei intime a femeilor. Aceste încăperi se prevăd cu instalații de spălare cu jet ascendent sau duș mobil, cu apă rece și caldă; de la 100 femei în plus, o astfel de instalație, completată cu câte 1 lavoar și 1 closet se prevede la fiecare 50 femei.

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.22. - Înălțimile de montare a obiectelor sanitare, armăturilor acestora și accesoriilor (conform STAS 1504)

Nr. crt.	Denumirea obiectului sanitar, a armăturii sau a accesoriilor obiectelor sanitare	Înălțimea de montare [mm]	Observații
0	1	2	3
1.	Lavoar:		
	- pentru copii până la 4 ani	450	-
	- pentru copii de la 4 la 6 ani	600	-
	- pentru copii de la 6 la 11 ani	700	-
	- pentru copii peste 11 ani și adulți	800	-
	- robinet sau baterie montată pe perete	100...200	- de la fața superioară a lavoarului, în axa lui;
	- oglindă	500	- de la fața superioară a lavoarului la latura inferioară a oglinzii, în axa lavoarului;
	- etajeră	400	- de la fața superioară a lavoarului la partea inferioară a etajerei, în axa lavoarului;
	- portprosop montat lângă lavoar	750	- se montează la dreapta sau la stânga lavoarului la 50 - 100 mm de la partea laterală a lavoarului;
	- portprosop montat pe peretele din fața lavoarului	1400...1500	- la minimum 50 mm de la peretele lateral;
	- săpunieră	900...1400	- se montează la dreapta sau la stânga lavoarului la 50-100 mm de la partea laterală a lavoarului;
2.	Baie pentru adulți:		
	- cada de baie	max 625	-
	- bateria de perete pentru baie	100...125	- de la partea superioară a căzii de baie
	- para dușului fix	2100	- de la fundul căzii de baie la baza stropitorului
	- săpunieră	750...850	-
	- mâner de baie	750...850	-
3.	Baie fixă pentru copii sugari:		
	- cada de baie	1000	-
	- bateria de perete	1100...1150	- se montează în dreptul ventilului de golire a căzii
	- săpunieră	1150...1250	-
4.	Baie pentru picioare:		
	- cada de picioare	350	-
	- bateria	150..250	- de la partea superioară a cuvei și în axul ei
	- mâner de baie	1000..1100	- se amplasează în axa cuvei sau lateral
	- săpunieră	500..600	- se amplasează în dreapta sau în stânga bateriei
5.	Cadă pentru duș:		
	- cuva	200...300	-
	- bateria	1200...1300	- de la fundul căzii de duș, în axa ei
	- para dușului fix	2100	- de la fundul căzii de duș la baza stropitorului
	- mâner de baie	1200...1300	-
	- săpunieră	1200..1300	-
6.	Dușuri comune:		
	- bateria	1200...1300	-
	- para dușului fix	2100	- de la partea superioară a grătarului la baza stropitorului
	- mâner de baie	1300	- lateral față de baterie, în gabaritul dușului
	- săpunieră	1300	- simetric mânerului de baie, în gabaritul dușului
7.	Bideu	după obiect	-
8.	Chiuvetă:		
	- chiuveta	800	-
	- robinet	1150	-

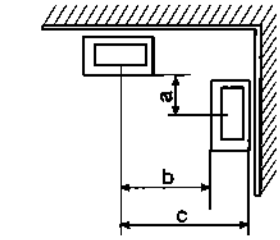
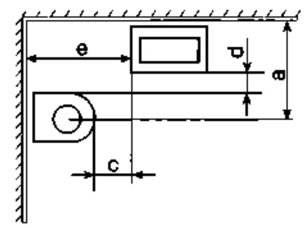
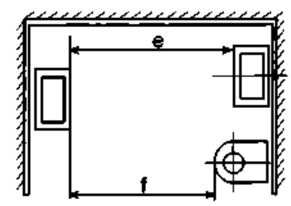
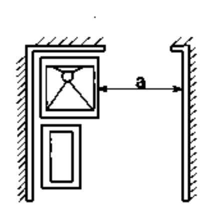
Anexa I.2.4.

Tabel 2.4.22 - continuare

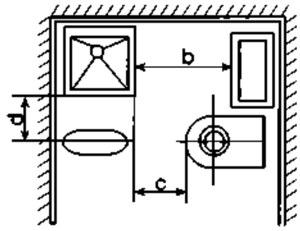
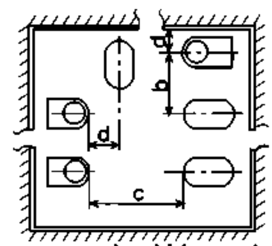
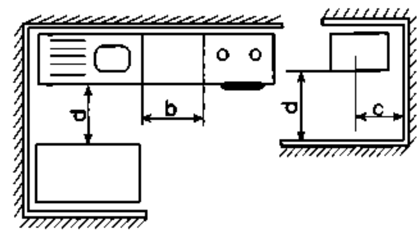
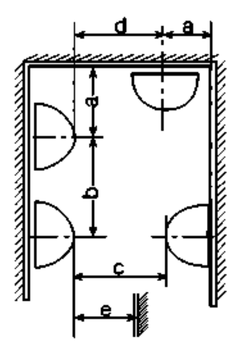
0	1	2	3
9.	Spălătoare comune:		
	- spălător	800	-
	- robinet sau baterie	900...950	-
10.	Spălătoare de vase în locuințe:		
	- spălător	800	-
	- baterie de perete	200...250	- de la partea superioară a spălătorului
11.	Spălătoare de vase în restaurante, cantine:		
	- spălător	la înălțimea meselor de lucru	-
	- robinet sau baterie	200...250	- de la partea superioară a spălătorului
12.	Closet cu vas:		
	- vas	după obiect	-
	- rezervor de spălare montat la înălțime	2300...2500	- cu asigurarea unui spațiu de minimum 200 mm între partea superioară a rezervorului și plafon
	- rezervor de spălare montat la semiînălțime	1200...1300	-
	- mânerul trăgătorului	1300	-
	- porthârtie	750	-
13.	Closet cu tălpi (turcești):		
	- cuva vasului	-	- closetul se montează sub nivelul pardoselii finite, la minimum 20 mm
	- rezervor de spălare	2200	- cu asigurarea unui spațiu de minimum 200 mm între partea superioară a rezervorului și plafon
	- mânerul trăgătorului	1300	-
	- porthârtie	750	-
14.	Pisoar:		
	- pentru copii de la 6 la 11 ani	500	- de la pardoseală la partea superioară a bazei cuvei, în axul ei
	- pentru copii peste 11 ani și adulți	650	
15.	Fântână de băut apă montată pe perete:		
	- pentru copii de la 6 la 11 ani	700	- pentru fântânile de băut cu picior, înălțimea este dată de obiect
	- pentru copii peste 11 ani și adulți	850	-
16.	Scuipătoare de perete	1000	- pentru scuipătorile cu picior înălțimea este dată de obiect
17.	Albie de spălat rufe:		
	- cuva albiei	900	-
	- baterie sau robinet	1250	-

Observație. La distanțele din tabel se admite o abatere de montaj ± 5%.

Tabelul 2.4.23. Distanțele minime pe orizontală între obiectele sanitare și între acestea și partea finită a pereților (conform STAS 1504)

Nr. crt.	Denumirea obiectului sanitar	Distanța se măsoară de la:	până la	Distanța minimă [mm] Fără spațiu de circulație pe lângă persoana care folosește obiectul sanitar	Cu spațiu de circulație pe lângă persoana care folosește obiectul sanitar	Observații, schemă
0	1	2	3	4	5	6
1.	Lavoar pentru adulți	axa lavoarului	- peretele lateral	450	1050	
			- axa altui lavoar	700	-	
			- fața laterală a lavoarului de pe alt perete	a = 50 b = 1000	-	Pentru a > 1000, c ≥ 450
		fața laterală a lavoarului	- fața frontală a closetului sau bideului	pentru c≥600 a = 400	-	
		fața frontală a lavoarului	-fața laterală a closetului sau bideului	d = 240 - 0,1 c pentru c = 0...600, d = 500 pentru e ≤ 600	-	
		fața laterală a lavoarului	- peretele opus	600	1100	
			- fața frontală a altui lavoar	e = 1200	e = 1700	
			- fața frontală a closetului sau bideului	f = 500		
			- axa closetului sau bideului	400	-	
2.	Lavoare pentru copii - până la 4 ani		- perete lateral	300	900	-
			- axa altui lavoar	500	-	-
	- de la 4 la 6 ani	axa lavoarului	- peretele lateral	350	950	-
			- axa altui lavoar	600	-	-
	- peste 6		- peretele lateral	400	1000	-
			- axa altui lavoar	700	-	-
3.	Cadă de baie pentru adulți	buza căzii de baie	- perete opus	600	-	distanța prescrisă se referă la latura mare a căzii; celelalte laturi se lipesc de zidăria de roșu, la căzile înzidite, sau peretele finit, la căzile neînzidite
			- fața frontală a: • lavoarului	600	-	-
			• closetului	500	-	-
			• bideului	500	-	-
			- fața laterală a lavoarului	0	-	se admite depășirea marginii lavoarului peste buza căzii cu 30 mm
			- axa: • closetului	400	-	-
			• bidelui	400	-	-
4.	Cadă de baie pentru sugari	buza căzii de baie	- perete	600	1100	distanța prescrisă se referă la 3 din laturile căzii; a 4-a se lipește de perete
			- buza altei căzi de baie	600	-	-
5.	Băi pentru picioare	fața frontală a băii	- peretele opus	600	1100	-
		axa cuvei	- peretele lateral	400	1000	-
			- axa altei cuve de baie	700	-	-
6.	Cadă de duș	buza căzii de duș	- perete	0	a = 600	

Tabel 2.4.23 - continuare

0	1	2	3	4	5	6
	Cadă de duș	buza căzii de duș	- fața laterală a lavoarului	0		- se admite depășirea marginii lavoarului peste buza căzii cu 30 mm
			- fața frontală a lavoarului	b = 500	-	
			- fața frontală a closetului, bideului	c = 400	-	
			- axa closetului sau bideului	d = 300		
		axa căzii de duș	- perete (la cabine individuale)	450	-	
			- axa altei căzi de duș	după obiect	-	
7.	Dușuri comune	axa bateriei sau robinetului	- axa altei baterii sau robinet	900	-	-
			- perete	450	-	-
8.	Cazan de baie	partea laterală a cazanului	- perete	100	-	-
			- fața frontală a lavoarului, closetului sau bideului	800	-	-
			- buza căzii de baie sau a dușului	80	-	-
			- axa:			
			• lavoarului	500	-	-
			• closetului	600	-	-
			• bideului	600	-	-
9.	Closet sau bideu	axa closetului sau bideului	- perete	d = 400	-	
			- axul altui bideu sau closet	b = 600	-	
		fața frontală a closetului sau bideului	- fața frontală a altui bideu sau closet	c = 500	-	
			- axul altui bideu sau closet	d = 500	-	
			- perete	600		sau ușe cu deschidere exterioară sau conducte verticale
10.	Spălător de vase sau chiuvetă	fața laterală a spălătorului sau chiuvetei	- perete	0	-	
			- masa de pregătit	0	-	
			- mașina de gătit	b = 350	-	
		axul chiuvetei sau cuvei spălătorului	- perete	c = 400		
		fața frontală a spălătorului sau chiuvetei	- perete sau mobilier	d = 600	1100	
11	Spălătoare comune	axa bateriei sau robinetului	- axa altei baterii	750	-	
			- perete	450	-	
12.	Pisoare pentru copii de la 6 la 11 ani	axa pisoarului	- perete	a = 300	a = 800	
			- axa altui pisoar	b = 600	-	
		fața frontală a pisoarului	- perete	-	e = 850	
			- fața frontală a altui pisoar	e = 1100	c = 1100	
			- axa altui pisoar	d = 700	-	
	pentru copii peste 11 ani și adulți	axa pisoarului	- perete	a = 350	a = 950	
			- axa altui pisoar	b = 700	-	
			- fața frontală a altui pisoar	d = 800	-	
		fața frontală a pisoarului	- fața frontală a altui pisoar	-	c=1200	
			- perete	-	e=1000	
13.	Fântâni de băut apă - pt. copii de la 6 la 11 ani	- axa fântânii	- perete	300	800	-
			- axa altei fântâni	550	-	-
	- pt. copii peste 11 ani și adulți		- perete	350	950	-
			- axa altei fântâni	650	-	-

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.27 a. Debitul de calcul pentru apa rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{ss} = 0.57$ l/s·ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2,326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	120 l/zi. pers.						70 l/zi. pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,16	0,19	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,16	0,18	0,21	0,21	0,22	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,17	0,19	0,21	0,24	0,24	0,26	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
1,0	0,19	0,21	0,23	0,27	0,27	0,29	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22
1,2	0,21	0,23	0,26	0,30	0,30	0,32	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24
1,5	0,23	0,26	0,29	0,33	0,33	0,36	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27
1,7	0,25	0,28	0,31	0,35	0,36	0,38	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29
2,0	0,27	0,30	0,33	0,39	0,39	0,41	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31
2,5	0,30	0,34	0,38	0,43	0,44	0,47	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35
3,0	0,33	0,38	0,41	0,48	0,48	0,52	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39
3,5	0,36	0,41	0,45	0,52	0,53	0,56	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42
4	0,39	0,44	0,48	0,56	0,57	0,60	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45
5	0,44	0,49	0,55	0,63	0,64	0,68	0,33	0,37	0,41	0,44	0,48	0,51
6	0,48	0,55	0,60	0,70	0,71	0,75	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56
7	0,53	0,59	0,66	0,76	0,77	0,82	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61
8	0,57	0,64	0,71	0,82	0,83	0,89	0,42	0,48	0,53	0,57	0,61	0,66
9	0,60	0,68	0,75	0,87	0,89	0,95	0,45	0,51	0,56	0,61	0,66	0,70
10	0,64	0,72	0,80	0,92	0,94	1,00	0,48	0,54	0,59	0,65	0,70	0,74
12	0,71	0,80	0,89	1,02	1,04	1,11	0,53	0,59	0,66	0,71	0,77	0,82
14	0,77	0,87	0,97	1,12	1,14	1,22	0,57	0,65	0,71	0,78	0,84	0,90
16	0,83	0,94	1,04	1,20	1,23	1,32	0,61	0,70	0,77	0,84	0,90	0,97
18	0,89	1,00	1,11	1,29	1,32	1,41	0,66	0,74	0,82	0,90	0,97	1,03
20	0,94	1,07	1,18	1,37	1,40	1,50	0,70	0,79	0,87	0,95	1,03	1,10
25	1,07	1,21	1,35	1,56	1,60	1,71	0,79	0,89	0,99	1,08	1,17	1,25
30	1,18	1,35	1,50	1,74	1,78	1,91	0,87	0,99	1,10	1,20	1,30	1,39
35	1,30	1,48	1,65	1,90	1,96	2,10	0,95	1,08	1,20	1,31	1,42	1,52
40	1,40	1,60	1,78	2,06	2,12	2,29	1,03	1,17	1,30	1,42	1,53	1,65
45	1,50	1,71	1,91	2,21	2,29	2,46	1,10	1,25	1,39	1,52	1,65	1,77
50	1,60	1,83	2,04	2,36	2,44	2,63	1,17	1,33	1,48	1,62	1,75	1,88
55	1,69	1,94	2,17	2,50	2,59	2,79	1,23	1,40	1,56	1,71	1,86	1,99
60	1,78	2,04	2,29	2,64	2,74	2,95	1,30	1,48	1,65	1,81	1,96	2,10
65	1,87	2,15	2,40	2,78	2,88	3,11	1,36	1,55	1,73	1,90	2,06	2,21
70	1,96	2,25	2,52	2,91	3,02	3,26	1,42	1,62	1,81	1,98	2,15	2,31
75	2,04	2,34	2,63	3,04	3,16	3,41	1,48	1,69	1,88	2,07	2,25	2,42
80	2,12	2,44	2,74	3,17	3,29	3,56	1,53	1,75	1,96	2,15	2,34	2,52
85	2,21	2,54	2,85	3,29	3,43	3,70	1,59	1,82	2,03	2,23	2,43	2,61
90	2,29	2,63	2,95	3,41	3,56	3,84	1,65	1,88	2,10	2,31	2,52	2,71
95	2,36	2,72	3,06	3,54	3,69	3,98	1,70	1,95	2,18	2,39	2,60	2,81
100	2,44	2,81	3,16	3,65	3,81	4,12	1,75	2,01	2,25	2,47	2,69	2,90
110	2,59	2,99	3,36	3,89	4,06	4,39	1,86	2,13	2,38	2,63	2,86	3,08
120	2,74	3,16	3,56	4,12	4,30	4,66	1,96	2,25	2,52	2,77	3,02	3,26
130	2,88	3,33	3,75	4,34	4,54	4,92	2,06	2,36	2,65	2,92	3,18	3,43
140	3,02	3,49	3,94	4,56	4,78	5,18	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34	3,60
150	3,16	3,65	4,12	4,77	5,01	5,43	2,25	2,58	2,90	3,20	3,49	3,77

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mici de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.27 a. (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
160	3,29	3,81	4,30	4,98	5,23	5,68	2,34	2,69	3,02	3,34	3,64	3,94
170	3,43	3,97	4,48	5,19	5,46	5,92	2,43	2,79	3,14	3,47	3,79	4,10
180	3,56	4,12	4,66	5,40	5,68	6,17	2,52	2,90	3,26	3,60	3,94	4,26
190	3,69	4,27	4,84	5,60	5,90	6,40	2,60	3,00	3,38	3,74	4,08	4,42
200	3,81	4,42	5,01	5,80	6,11	6,64	2,69	3,10	3,49	3,86	4,22	4,57
220	4,06	4,72	5,35	6,19	6,54	7,11	2,86	3,30	3,72	4,12	4,50	4,88
240	4,30	5,01	5,68	6,58	6,95	7,56	3,02	3,49	3,94	4,36	4,78	5,18
260	4,54	5,29	6,00	6,96	7,36	8,02	3,18	3,68	4,15	4,61	5,05	5,47
280	4,78	5,57	6,33	7,33	7,77	8,46	3,34	3,86	4,36	4,84	5,31	5,76
300	5,01	5,84	6,64	7,70	8,16	8,90	3,49	4,05	4,57	5,08	5,57	6,05
320	5,23	6,11	6,95	8,06	8,56	9,33	3,64	4,22	4,78	5,31	5,82	6,33
340	5,46	6,38	7,26	8,42	8,94	9,76	3,79	4,40	4,98	5,54	6,08	6,60
360	5,68	6,64	7,56	8,77	9,33	10,18	3,94	4,57	5,18	5,76	6,33	6,88
380	5,90	6,90	7,87	9,12	9,71	10,60	4,08	4,74	5,37	5,98	6,57	7,15
400	6,11	7,16	8,16	9,46	10,09	11,02	4,22	4,91	5,57	6,20	6,82	7,41
425	6,38	7,48	8,53	9,89	10,55	11,53	4,40	5,12	5,81	6,47	7,12	7,74
450	6,64	7,79	8,90	10,32	11,02	12,04	4,57	5,33	6,05	6,74	7,41	8,07
475	6,90	8,10	9,26	10,73	11,47	12,55	4,74	5,53	6,28	7,00	7,71	8,39
500	7,16	8,41	9,61	11,15	11,93	13,05	4,91	5,73	6,51	7,26	8,00	8,71
525	7,41	8,71	9,97	11,56	12,38	13,54	5,08	5,93	6,74	7,52	8,29	9,03
550	7,67	9,02	10,32	11,97	12,82	14,04	5,24	6,12	6,97	7,78	8,57	9,35
575	7,92	9,32	10,67	12,38	13,27	14,53	5,41	6,32	7,19	8,03	8,86	9,66
600	8,16	9,61	11,02	12,78	13,71	15,02	5,57	6,51	7,41	8,29	9,14	9,97
650	8,65	10,20	11,70	13,57	14,58	15,98	5,89	6,89	7,85	8,79	9,69	10,58
700	9,14	10,78	12,38	14,36	15,45	16,94	6,20	7,26	8,29	9,28	10,24	11,19
750	9,61	11,36	13,05	15,14	16,30	17,88	6,51	7,63	8,71	9,76	10,78	11,79
800	10,09	11,93	13,71	15,91	17,15	18,82	6,82	8,00	9,14	10,24	11,32	12,38
850	10,55	12,49	14,36	16,67	17,99	19,75	7,12	8,36	9,56	10,72	11,85	12,96
900	11,02	13,05	15,02	17,43	18,82	20,68	7,41	8,71	9,97	11,19	12,38	13,54
950	11,47	13,60	15,66	18,18	19,65	21,60	7,71	9,07	10,38	11,65	12,90	14,12
1000	11,93	14,15	16,30	18,92	20,47	22,51	8,00	9,42	10,78	12,11	13,42	14,69
1100	12,82	15,23	17,57	20,40	22,10	24,31	8,57	10,11	11,59	13,03	14,44	15,82
1200	13,71	16,30	18,82	21,86	23,71	26,10	9,14	10,78	12,38	13,93	15,45	16,94
1300	14,58	17,36	20,06	23,30	25,31	27,88	9,69	11,45	13,16	14,82	16,44	18,04
1400	15,45	18,41	21,29	24,73	26,89	29,63	10,24	12,11	13,93	15,70	17,43	19,13
1500	16,30	19,44	22,51	26,14	28,46	31,38	10,78	12,77	14,69	16,57	18,41	20,22
1600	17,15	20,47	23,71	27,55	30,02	33,11	11,32	13,42	15,45	17,43	19,38	21,29
1700	17,99	21,49	24,91	28,94	31,57	34,83	11,85	14,06	16,20	18,29	20,34	22,36
1800	18,82	22,51	26,10	30,33	33,11	36,54	12,38	14,69	16,94	19,13	21,29	23,41
1900	19,65	23,51	27,29	31,70	34,64	38,25	12,90	15,32	17,67	19,98	22,24	24,46
2000	20,47	24,51	28,46	33,07	36,16	39,94	13,42	15,95	18,41	20,81	23,18	25,51
2500	24,51	29,44	34,26	39,82	43,68	48,31	15,95	19,01	22,00	24,93	27,81	30,65
3000	28,46	34,26	39,94	46,44	51,07	56,54	18,41	22,00	25,51	28,95	32,34	35,69
3500	32,34	39,00	45,54	52,95	58,36	64,67	20,81	24,93	28,95	32,90	36,80	40,65
4000	36,16	43,68	51,07	59,39	65,57	72,71	23,18	27,81	32,34	36,80	41,19	45,54
5000	43,68	52,90	61,97	72,09	79,81	88,61	27,81	33,46	39,00	44,46	49,85	55,18

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.27 b. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
$\dot{V}_{ss}$ = 0.47 l/s·ap ; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	90 l/zi·pers.						70 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,60	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20
1,0	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23
1,2	0,17	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25
1,5	0,19	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28
1,7	0,20	0,24	0,27	0,29	0,32	0,34	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30
2,0	0,22	0,26	0,29	0,32	0,35	0,37	0,19	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32
2,5	0,25	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37
3,0	0,27	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,24	0,28	0,31	0,35	0,37	0,40
3,5	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,50	0,26	0,30	0,34	0,37	0,41	0,44
4	0,32	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,28	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47
5	0,36	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61	0,31	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53
6	0,39	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,35	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58
7	0,43	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,37	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64
8	0,46	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	0,40	0,47	0,53	0,58	0,64	0,68
9	0,49	0,57	0,65	0,72	0,78	0,84	0,43	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73
10	0,52	0,61	0,69	0,76	0,83	0,89	0,45	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77
12	0,57	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	0,50	0,58	0,66	0,73	0,79	0,86
14	0,62	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08	0,54	0,64	0,72	0,79	0,87	0,93
16	0,67	0,79	0,89	0,99	1,08	1,16	0,58	0,68	0,77	0,86	0,93	1,01
18	0,72	0,84	0,95	1,06	1,15	1,25	0,62	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08
20	0,76	0,89	1,01	1,12	1,23	1,32	0,66	0,77	0,88	0,97	1,06	1,14
25	0,86	1,01	1,15	1,28	1,40	1,51	0,75	0,88	0,99	1,10	1,21	1,30
30	0,95	1,12	1,28	1,42	1,56	1,68	0,83	0,97	1,10	1,23	1,34	1,45
35	1,04	1,23	1,40	1,56	1,71	1,85	0,90	1,06	1,21	1,34	1,47	1,59
40	1,12	1,32	1,51	1,68	1,85	2,00	0,97	1,14	1,30	1,45	1,59	1,72
45	1,20	1,42	1,62	1,81	1,99	2,16	1,04	1,23	1,40	1,56	1,71	1,85
50	1,28	1,51	1,73	1,93	2,12	2,30	1,10	1,30	1,49	1,66	1,82	1,97
55	1,35	1,60	1,83	2,04	2,25	2,44	1,17	1,38	1,57	1,75	1,93	2,09
60	1,42	1,68	1,93	2,16	2,37	2,58	1,23	1,45	1,66	1,85	2,03	2,20
65	1,49	1,77	2,02	2,26	2,49	2,71	1,28	1,52	1,74	1,94	2,13	2,32
70	1,56	1,85	2,12	2,37	2,61	2,84	1,34	1,59	1,82	2,03	2,23	2,43
75	1,62	1,93	2,21	2,48	2,73	2,97	1,40	1,66	1,89	2,12	2,33	2,53
80	1,68	2,00	2,30	2,58	2,84	3,10	1,45	1,72	1,97	2,20	2,43	2,64
85	1,75	2,08	2,39	2,68	2,96	3,22	1,50	1,79	2,04	2,29	2,52	2,74
90	1,81	2,16	2,48	2,78	3,07	3,34	1,56	1,85	2,12	2,37	2,61	2,84
95	1,87	2,23	2,56	2,88	3,17	3,46	1,61	1,91	2,19	2,45	2,70	2,94
100	1,93	2,30	2,65	2,97	3,28	3,58	1,66	1,97	2,26	2,53	2,79	3,04
110	2,04	2,44	2,81	3,16	3,49	3,81	1,75	2,09	2,40	2,69	2,97	3,23
120	2,16	2,58	2,97	3,34	3,70	4,04	1,85	2,20	2,53	2,84	3,14	3,42
130	2,26	2,71	3,13	3,52	3,90	4,26	1,94	2,32	2,66	2,99	3,31	3,61
140	2,37	2,84	3,28	3,70	4,10	4,48	2,03	2,43	2,79	3,14	3,47	3,79
150	2,48	2,97	3,43	3,87	4,29	4,69	2,12	2,53	2,92	3,28	3,63	3,97
160	2,58	3,10	3,58	4,04	4,48	4,91	2,20	2,64	3,04	3,42	3,79	4,14

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mici de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.27 b. (continuare)												
170	2,68	3,22	3,73	4,21	4,67	5,11	2,29	2,74	3,16	3,56	3,94	4,31
180	2,78	3,34	3,87	4,37	4,85	5,32	2,37	2,84	3,28	3,70	4,10	4,48
190	2,88	3,46	4,01	4,53	5,04	5,52	2,45	2,94	3,40	3,83	4,25	4,65
200	2,97	3,58	4,15	4,69	5,22	5,72	2,53	3,04	3,52	3,97	4,40	4,81
220	3,16	3,81	4,43	5,01	5,57	6,11	2,69	3,23	3,74	4,23	4,69	5,14
240	3,34	4,04	4,69	5,32	5,92	6,50	2,84	3,42	3,97	4,48	4,97	5,45
260	3,52	4,26	4,96	5,62	6,26	6,88	2,99	3,61	4,18	4,73	5,26	5,76
280	3,70	4,48	5,22	5,92	6,60	7,25	3,14	3,79	4,40	4,97	5,53	6,07
300	3,87	4,69	5,47	6,21	6,93	7,62	3,28	3,97	4,61	5,22	5,80	6,37
320	4,04	4,91	5,72	6,50	7,25	7,99	3,42	4,14	4,81	5,45	6,07	6,67
340	4,21	5,11	5,97	6,79	7,58	8,35	3,56	4,31	5,02	5,69	6,34	6,96
360	4,37	5,32	6,21	7,07	7,90	8,70	3,70	4,48	5,22	5,92	6,60	7,25
380	4,53	5,52	6,45	7,35	8,21	9,05	3,83	4,65	5,41	6,15	6,85	7,54
400	4,69	5,72	6,69	7,62	8,52	9,40	3,97	4,81	5,61	6,37	7,11	7,83
425	4,89	5,97	6,99	7,96	8,91	9,83	4,13	5,02	5,85	6,65	7,43	8,18
450	5,09	6,21	7,28	8,30	9,29	10,26	4,29	5,22	6,09	6,93	7,74	8,52
475	5,28	6,45	7,57	8,64	9,67	10,68	4,45	5,41	6,33	7,20	8,05	8,87
500	5,47	6,69	7,85	8,97	10,05	11,10	4,61	5,61	6,56	7,47	8,35	9,21
525	5,66	6,93	8,13	9,29	10,42	11,52	4,76	5,80	6,79	7,74	8,65	9,55
550	5,84	7,16	8,41	9,62	10,79	11,93	4,91	5,99	7,02	8,00	8,95	9,88
575	6,03	7,39	8,69	9,94	11,16	12,34	5,07	6,18	7,25	8,26	9,25	10,21
600	6,21	7,62	8,97	10,26	11,52	12,75	5,22	6,37	7,47	8,52	9,55	10,54
650	6,57	8,08	9,51	10,89	12,24	13,55	5,51	6,74	7,91	9,04	10,13	11,20
700	6,93	8,52	10,05	11,52	12,95	14,35	5,80	7,11	8,35	9,55	10,71	11,84
750	7,28	8,97	10,58	12,14	13,65	15,14	6,09	7,47	8,78	10,05	11,28	12,48
800	7,62	9,40	11,10	12,75	14,35	15,92	6,37	7,83	9,21	10,54	11,84	13,11
850	7,96	9,83	11,62	13,35	15,04	16,69	6,65	8,18	9,63	11,03	12,40	13,73
900	8,30	10,26	12,14	13,95	15,73	17,46	6,93	8,52	10,05	11,52	12,95	14,35
950	8,64	10,68	12,65	14,55	16,41	18,22	7,20	8,87	10,46	12,00	13,50	14,96
1000	8,97	11,10	13,15	15,14	17,08	18,98	7,47	9,21	10,87	12,48	14,04	15,57
1100	9,62	11,93	14,15	16,31	18,41	20,48	8,00	9,88	11,68	13,42	15,12	16,78
1200	10,26	12,75	15,14	17,46	19,73	21,96	8,52	10,54	12,48	14,35	16,18	17,97
1300	10,89	13,55	16,11	18,60	21,04	23,43	9,04	11,20	13,26	15,27	17,23	19,15
1400	11,52	14,35	17,08	19,73	22,33	24,89	9,55	11,84	14,04	16,18	18,27	20,32
1500	12,14	15,14	18,03	20,85	23,61	26,33	10,05	12,48	14,81	17,08	19,30	21,47
1600	12,75	15,92	18,98	21,96	24,89	27,76	10,54	13,11	15,57	17,97	20,32	22,62
1700	13,35	16,69	19,92	23,07	26,15	29,19	11,03	13,73	16,33	18,86	21,33	23,76
1800	13,95	17,46	20,85	24,16	27,41	30,60	11,52	14,35	17,08	19,73	22,33	24,89
1900	14,55	18,22	21,78	25,25	28,65	32,01	12,00	14,96	17,82	20,61	23,33	26,01
2000	15,14	18,98	22,70	26,33	29,89	33,40	12,48	15,57	18,56	21,47	24,32	27,13
2500	18,03	22,70	27,23	31,65	36,01	40,30	14,81	18,56	22,19	25,73	29,21	32,63
3000	20,85	26,33	31,65	36,87	42,01	47,08	17,08	21,47	25,73	29,89	33,98	38,02
3500	23,61	29,89	36,01	42,01	47,92	53,76	19,30	24,32	29,21	33,98	38,69	43,33
4000	26,33	33,40	40,30	47,08	53,76	60,36	21,47	27,13	32,63	38,02	43,33	48,57
5000	31,65	40,30	48,75	57,07	65,27	73,40	25,73	32,63	39,35	45,95	52,46	58,90

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.34. Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum, aferente unei clădiri de locuit având P+4 etaje (ex. de calcul 1)

Număr tronson	Numărul și felul armaturilor racordate la tronson	$\Sigma n\dot{V}_S$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$i\,l$ [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma il+\Sigma h$ [Pa]	H_d [Pa]	H_u [Pa]	H_g [mm]	H_g [Pa]	H_{nec} [Pa]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Traseul 8.1.....8.10 (coloana M_8)																			
8.1	1B	0,2	0,15	1	20	0,69	456	456	456	4,5	1071	1071	1527		30000			31527	
8.2	1B+1L	0,27	0,15	0,5	20	0,69	456	228	684	0,5	119	1190	1874		30000	0	0	31874	
8.3	1B+1L+1R	0,37	0,15	4,5	20	0,69	456	2052	2736	4,5	1071	2261	4997	10000	30000	2700	26487	71484	
8.4	2B+2L+2R	0,74	0,18	3	20	0,93	628	1884	4620	8,5	3676	5937	10557	10000	30000	5400	52974	103531	
8.5	3B+3L+3R	1,11	0,22	2,7	25	0,62	277	748	5368	0,5	96	6033	11401	10000	30000	8100	79461	130862	
8.6	4B+4L+4R	1,48	0,26	3	25	0,74	373	1119	6487	6,5	1780	7813	14300	10000	30000	10500	103005	157305	
8.7	5B+5L+5R	1,85	0,29	3	25	0,82	455	1365	7852	13,5	4539	12352	20204	10000	30000	12300	120663	180867	A_1
8.8	5B+5L+5R+5S	2,85	0,36	6	32	0,60	190	1140	8992	2	360	12712	21704	10000	30000	12300	120663	182367	A_2
8.9	10B+10L+10R+10S	5,7	0,53	6	32	0,9	390	2340	11332	0,5	203	12914	24246	10000	30000	12300	120663	184909	A_4
8.10	20B+20L+20R+20S	11,40	0,78	10	40	0,8	229	2290	13622	22,4	7168	20082	33704	25000	30000	13300	130473	219177	A_5
Traseul 7.1...7.5 (coloana M_7); $H_{disp.presiune}$ în A_1 = 180867 Pa																			
7.1	1S	0,2	0,15	3,7	20	0,69	456	1687	1687	8,5	2023	2023	3711	10000	30000	2700	26487	70198	
7.2	2S	0,4	0,15	3	20	0,69	456	1368	3055	4,5	1071	3095	6150	10000	30000	5400	52974	99124	
7.3	3S	0,6	0,16	2,7	20	0,74	511	1380	4435	0,5	137	3232	7666	10000	30000	8100	79461	127127	
7.4	4S	0,8	0,19	3	20	0,88	691	2073	6508	4,5	1742	4974	11482	10000	30000	10500	103005	154487	
7.5	5S	1,0	0,21	2,5	25	0,59	256	640	7148	13,5	2350	7324	14472	10000	30000	12300	120663	175135	
7.5	5S	1,0	0,21	2,5	20	0,97	824	2060	9208	13,5	6351	13675	22883	10000	30000	12300	120663	183546	

Diametrul de 20 mm pe tronsonul 7.5, conduce la o pierdere de sarcină mai mare de 170867 Pa, astfel că se menține diametrul tronsonului 7.5 de 25 mm
Diferența de presiune de 5732 Pa (180867- 175135) se preia printr-o difragmă montată pe tronsonul 7.5 sau prin reglajul robinetului cu ventil drept de pe același tronson

Tronsoanele 4.1...4.7 la fel ca tronsoanele 8.1...8.7
Tronsoanele 3.1...3.5 la fel ca tronsoanele 7.1.....7.5
Traseul 5.1...5.7 (coloana M5); $H_{disp.\ presiune}$ în B_1 este egal cu H_{disp} A_4 minus il și rl de pe tronsonul 8.8 asemănător tronsonului A_4-B_1 (184909 - 1140 - 360 = 183409 Pa)

Număr tronson	Numărul și felul armaturilor racordate la tronson	$\Sigma n\dot{V}_S$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$i\,l$ [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma il+\Sigma h$ [Pa]	H_d [Pa]	H_u [Pa]	H_g [mm]	H_g [Pa]	H_{nec} [Pa]	Punct de referință
A_4-B_1	5B+5L+5R+5S	2,85	0,36	6	25	1,37	1126	6756	14608	2	1877	14229	28837	10000	30000	12300	120663	189500	B_1

Prin modificarea diametrului tronsonului A_4-B_1 de la 32 la 25 mm, presiunea în B_1 este mai mare ca presiunea disponibilă, 189500 față de 183409 Pa.
Se menține diametrul de 32 mm pe tronsonul A_4 - B_1, se preia difernța de presiune printr-o difragmă montată pe tronsonul 5.7 sau prin reglajul robinetului cu ventil drept de pe același tronson

Tronsoanele 6.1....6.5 (colona M_6) și tronsoanele 2.1....2.5 (coloana M_2) la fel ca tronsoanele 7.1....7.5
Tronsoanele 1.1....1.7 (colona M_1) la fel ca tronsoanele 8.1....8.7

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.35. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PVC 60 și 100 cu D_e 20 - 50 mm, pentru apa rece $P_N = 6$ bar - PVC 60 și $P_N = 10$ bar - PVC 100

D_e 20 mm, D_i 16,6 mm			D_e 25 mm, D_i 21,2 mm			D_e 32 mm, D_i 27,5m			D_e 40 mm, D_i 35,2 mm			D_e 50 mm, D_i 44,2 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,09	14	0,06	0,17	29	0,16	0,27	46	0,32	0,33	48	0,60	0,39	49
0,03	0,14	29	0,08	0,23	48	0,19	0,32	62	0,36	0,37	59	0,65	0,42	57
0,04	0,18	47	0,10	0,28	71	0,22	0,37	80	0,40	0,41	71	0,70	0,46	64
0,05	0,23	68	0,12	0,34	97	0,25	0,42	100	0,44	0,45	83	0,75	0,49	72
0,06	0,28	93	0,14	0,40	126	0,28	0,47	123	0,48	0,49	97	0,80	0,52	81
0,07	0,32	122	0,16	0,45	159	0,31	0,52	147	0,52	0,53	112	0,85	0,55	92
0,08	0,37	153	0,18	0,51	196	0,34	0,57	172	0,56	0,58	127	0,90	0,59	99
0,09	0,42	188	0,20	0,57	235	0,37	0,62	200	0,60	0,62	144	0,95	0,62	110
0,10	0,46	225	0,22	0,62	277	0,40	0,67	229	0,64	0,66	161	1,00	0,65	119
0,11	0,51	266	0,24	0,68	334	0,43	0,72	260	0,68	0,70	179	1,05	0,68	132
0,12	0,55	309	0,26	0,74	373	0,46	0,77	294	0,72	0,74	199	1,10	0,72	141
0,13	0,60	355	0,28	0,79	425	0,49	0,83	328	0,76	0,78	219	1,15	0,75	155
0,14	0,65	405	0,30	0,85	480	0,52	0,88	364	0,80	0,82	239	1,20	0,78	166
0,15	0,69	456	0,32	0,91	537	0,55	0,93	403	0,84	0,86	261	1,25	0,82	179
0,16	0,74	511	0,34	0,96	598	0,58	0,98	443	0,88	0,90	284	1,30	0,85	191
0,17	0,79	568	0,36	1,02	662	0,61	1,03	484	0,92	0,95	307	1,35	0,88	204
0,18	0,83	628	0,38	1,08	728	0,64	1,08	528	0,96	0,99	332	1,40	0,91	217
0,19	0,88	691	0,40	1,13	798	0,67	1,13	572	1,00	1,03	354	1,45	0,95	231
0,20	0,92	756	0,42	1,19	870	0,70	1,18	618	1,04	1,07	383	1,50	0,98	246
0,21	0,97	824	0,44	1,25	945	0,73	1,23	666	1,08	1,11	409	1,55	1,01	261
0,22	1,02	895	0,46	1,30	1023	0,76	1,28	717	1,12	1,15	436	1,60	1,04	276
0,23	1,06	968	0,48	1,36	1104	0,79	1,33	768	1,16	1,19	465	1,65	1,08	292
0,24	1,11	1044	0,50	1,42	1188	0,82	1,38	821	1,20	1,23	494	1,70	1,11	308
0,25	1,16	1122	0,52	1,47	1274	0,85	1,43	875	1,24	1,27	524	1,75	1,14	324
0,26	1,20	1203	0,54	1,53	1363	0,88	1,48	932	1,28	1,32	555	1,80	1,17	341
0,27	1,25	1286	0,56	1,59	1454	0,91	1,53	989	1,32	1,36	586	1,85	1,21	358
0,28	1,29	1372	0,58	1,64	1549	0,94	1,58	1049	1,36	1,40	618	1,90	1,24	376
0,29	1,34	1460	0,60	1,70	1650	0,97	1,63	1109	1,40	1,44	651	1,95	1,27	394
0,30	1,39	1552	0,62	1,76	1745	1,00	1,68	1172	1,44	1,48	685	2,00	1,30	412
0,31	1,43	1644	0,64	1,81	1848	1,03	1,74	1236	1,48	1,52	720	2,05	1,34	431
0,32	1,48	1740	0,66	1,87	1953	1,06	1,79	1302	1,52	1,56	755	2,10	1,37	451
0,33	1,53	1838	0,68	1,93	2061	1,09	1,84	1369	1,56	1,60	791	2,15	1,40	470
0,34	1,57	1939	0,70	1,98	2171	1,12	1,89	1437	1,60	1,64	828	2,20	1,43	489
0,35	1,62	2042	0,72	2,04	2284	1,15	1,94	1507	1,64	1,69	866	2,25	1,47	510
0,36	1,66	2147	0,74	2,10	2400	1,18	1,99	1579	1,68	1,73	905	2,30	1,50	530
0,37	1,71	2255	0,76	2,15	2518	1,21	2,04	1652	1,72	1,77	944	2,35	1,53	551
0,38	1,76	2365	0,78	2,21	2639	1,24	2,09	1727	1,76	1,81	984	2,40	1,56	573
0,39	1,80	2478	0,80	2,27	2762	1,27	2,14	1804	1,80	1,85	1024	2,45	1,60	594
0,40	1,85	2593	0,82	2,32	2888	1,30	2,19	1881	1,84	1,89	1066	2,50	1,63	616
0,41	1,90	2710	0,84	2,38	3017	1,33	2,24	1961	1,88	1,93	1108	2,55	1,66	639
0,42	1,94	2830	0,86	2,44	3148	1,36	2,29	2041	1,92	1,97	1151	2,60	1,70	662
0,43	1,99	2952	0,88	2,49	3282	1,39	2,34	2124	1,96	2,02	1195	2,65	1,73	685
0,44	2,03	3077	0,90	2,55	3418	1,42	2,39	2207	2,00	2,06	1239	2,70	1,76	708
0,45	2,08	3204	0,92	2,61	3557	1,45	2,44	2293	2,04	2,10	1285	2,75	1,79	732
0,46	2,13	3333	0,94	2,66	3699	1,48	2,49	2380	2,08	2,14	1331	2,80	1,83	456
0,47	2,17	3464	0,96	2,72	3843	1,51	2,54	2468	2,12	2,18	1378	2,85	1,86	481
0,48	2,22	3598	0,98	2,78	3989	1,54	2,59	2558	2,16	2,22	1425	2,90	1,89	806
0,49	2,27	3734	1,00	2,83	4138	1,57	2,64	2649	2,20	2,26	1473	2,95	1,92	831
0,50	2,31	3873	1,02	2,89	4290	1,60	2,70	2742	2,24	2,30	1522	3,00	1,96	857
0,51	2,36	4014	1,04	2,95	4444	1,63	2,75	2836	2,28	2,34	1572	3,05	1,99	883
0,52	2,40	4156	1,06	3,00	4600	1,66	2,80	2932	2,32	2,39	1622	3,10	2,02	909
0,53	2,45	4302	1,08	3,06	4760	1,69	2,85	3029	2,36	2,43	1674	3,15	2,05	936
0,54	2,50	4450	1,10	3,12	4921	1,72	2,90	3127	2,40	2,47	1726	3,20	2,09	963

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.36. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PVC 60 și 100 cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece $P_N = 6$ bar - PVC 60 și $P_N = 10$ bar - PVC 100

D_e 63 mm D_i 56 mm			D_e 75 mm D_i 66,6 mm			D_e 90 mm D_i 80 mm			D_e 110 mm D_i 97,8 mm			D_e 125 mm D_i 111,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
1,10	0,45	45	1,70	0,49	43	2,60	0,52	38	4,20	0,56	34	6,00	0,62	35
1,18	0,48	52	1,81	0,52	48	2,75	0,55	42	4,42	0,59	37	6,28	0,64	37
1,26	0,51	58	1,92	0,55	53	2,90	0,58	46	4,64	0,62	40	6,56	0,67	41
1,34	0,54	65	2,03	0,58	59	3,05	0,61	51	4,86	0,65	44	6,84	0,70	44
1,42	0,58	72	2,14	0,61	65	3,20	0,64	55	5,08	0,68	48	7,12	0,73	47
1,50	0,61	79	2,25	0,65	71	3,35	0,67	60	5,30	0,71	51	7,40	0,76	50
1,58	0,64	87	2,36	0,68	77	3,50	0,70	65	5,52	0,74	56	7,68	0,79	54
1,66	0,67	95	2,47	0,71	84	3,65	0,73	70	5,74	0,76	60	7,96	0,82	57
1,74	0,71	103	2,58	0,74	90	3,80	0,76	75	5,96	0,79	64	8,24	0,85	61
1,82	0,74	111	2,69	0,77	97	3,95	0,79	80	6,18	0,82	68	8,52	0,87	65
1,90	0,77	120	2,80	0,80	105	4,10	0,82	86	6,40	0,85	73	8,80	0,90	68
1,98	0,80	127	2,91	0,84	112	4,25	0,85	91	6,62	0,88	77	9,08	0,93	73
2,06	0,84	139	3,02	0,87	120	4,40	0,88	97	6,84	0,91	82	9,36	0,96	77
2,14	0,87	149	3,13	0,90	128	4,55	0,91	103	7,06	0,94	87	9,64	0,99	81
2,22	0,90	159	3,24	0,93	136	4,70	0,94	110	7,28	0,97	92	9,92	1,02	85
2,30	0,93	170	3,35	0,96	144	4,85	0,97	116	7,50	1,00	97	10,20	1,05	90
2,38	0,97	180	3,46	0,99	153	5,00	1,00	122	7,72	1,03	102	10,48	1,08	95
2,46	1,00	191	3,57	1,03	162	5,15	1,03	130	7,94	1,06	107	10,76	1,10	100
2,54	1,03	202	3,68	1,06	171	5,30	1,05	136	8,16	1,09	113	11,04	1,13	104
2,62	1,06	214	3,79	1,09	180	5,45	1,08	143	8,38	1,12	118	11,32	1,16	108
2,70	1,10	226	3,90	1,12	190	5,60	1,11	150	8,60	1,15	124	11,60	1,19	113
2,78	1,13	238	4,01	1,15	200	5,75	1,14	158	8,82	1,17	130	11,88	1,22	118
2,86	1,16	250	4,12	1,18	210	5,90	1,17	165	9,04	1,20	135	12,16	1,25	124
2,94	1,19	263	4,23	1,21	220	6,05	1,20	173	9,26	1,23	142	12,44	1,28	129
3,02	1,23	276	4,34	1,25	230	6,20	1,23	181	9,48	1,26	148	12,72	1,31	134
3,10	1,26	290	4,45	1,28	241	6,35	1,26	189	9,70	1,29	154	13,00	1,33	139
3,18	1,29	303	4,56	1,31	252	6,50	1,29	197	9,92	1,32	160	13,28	1,36	145
3,26	1,32	317	4,67	1,34	263	6,65	1,32	205	10,14	1,35	166	13,56	1,39	150
3,34	1,36	331	4,78	1,37	274	6,80	1,35	214	10,36	1,38	173	13,84	1,42	156
3,42	1,39	345	4,89	1,40	285	6,95	1,38	222	10,58	1,41	180	14,12	1,45	162
3,50	1,42	360	5,00	1,44	297	7,10	1,41	231	10,80	1,44	187	14,40	1,48	168
3,58	1,45	375	5,11	1,47	309	7,25	1,44	240	11,02	1,47	196	14,68	1,51	174
3,66	1,49	391	5,22	1,50	321	7,40	1,47	249	11,24	1,50	201	14,96	1,54	180
3,74	1,52	406	5,33	1,53	333	7,55	1,50	258	11,46	1,53	208	15,24	1,56	186
3,82	1,55	422	5,44	1,56	346	7,70	1,53	267	11,68	1,56	215	15,52	1,59	192
3,90	1,58	438	5,55	1,59	359	7,85	1,56	277	11,90	1,58	222	15,80	1,62	199
3,98	1,62	454	5,66	1,63	372	8,00	1,59	287	12,12	1,61	230	16,08	1,65	205
4,06	1,65	471	5,77	1,66	385	8,15	1,62	296	12,34	1,64	238	16,36	1,68	212
4,14	1,68	488	5,88	1,69	398	8,30	1,65	306	12,56	1,67	246	16,64	1,71	218
4,22	1,71	505	5,99	1,72	412	8,45	1,68	317	12,78	1,70	254	16,92	1,74	225
4,30	1,75	523	6,10	1,75	426	8,60	1,71	327	13,00	1,73	262	17,20	1,77	232
4,38	1,78	541	6,21	1,78	444	8,75	1,74	337	13,22	1,76	270	17,48	1,79	239
4,46	1,81	558	6,32	1,82	454	8,90	1,77	348	13,44	1,79	278	17,76	1,82	246
4,54	1,84	577	6,43	1,85	469	9,05	1,80	359	13,66	1,82	286	18,04	1,85	253
4,62	1,88	596	6,54	1,88	483	9,20	1,83	370	13,88	1,85	295	18,32	1,88	260
4,70	1,91	614	6,65	1,91	498	9,35	1,86	381	14,10	1,88	304	18,60	1,91	267
4,78	1,94	634	6,76	1,94	513	9,50	1,89	392	14,32	1,91	312	18,88	1,94	275
4,86	1,97	653	6,87	1,97	528	9,65	1,92	403	14,54	1,94	321	19,16	1,97	283
4,94	2,01	672	6,98	2,00	544	9,80	1,95	415	14,76	1,97	330	19,44	2,00	290
5,02	2,04	693	7,09	2,04	560	9,95	1,98	427	14,98	2,00	339	19,72	2,02	298
5,10	2,07	713	7,20	2,07	576	10,10	2,01	438	15,20	2,02	348	20,00	2,05	305
5,18	2,10	733	7,31	2,10	591	10,25	2,04	450	15,42	2,05	357	20,28	2,08	313
5,26	2,14	754	7,42	2,13	608	10,40	2,07	462	15,64	2,08	367	20,56	2,11	321

Tabelul 2.4.37. „Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum, aferente unei clădiri de locuit având P+4 etaje (exemplul de calcul 2)

Număr tron-son	Numărul și felul armaturilor racordate la tronson	$\Sigma n\dot{V}_S$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$i\,l$ [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma il + \Sigma h$ [Pa]	H_d [Pa]	H_u [Pa]	H_g [mm]	H_g [Pa]	H_{nec} [Pa]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Traseul 8.1.....8.10 (coloana M_8)																			
8.1	1B	0,2	0,15	1	26,9	0,55	560	560	560	3.5	529	529	1089		30000	0	0	31089	
8.2	1B+1L	0,27	0,15	5	26,9	0,55	560	2800	3360	3.5	529	1059	4419	10000	30000	2700	26487	70906	
8.3	2B+2L	0,54	0,15	2,7	26,9	0,55	560	1512	4872	0.5	76	1134	6006	10000	30000	5400	52974	98980	
8.4	3B+3L	0,81	0,18	2,7	26,9	0,66	801	2163	7035	0.5	109	1243	8278	10000	30000	8100	79461	127739	
8.5	4B+4L	1,08	0,21	2,7	26,9	0,78	1098	2965	9999	0.5	152	1395	11395	10000	30000	10500	103005	154400	
8.6	5B+5L	1,35	0,24	3	26,9	0,9	1420	4260	14259	13.5	5468	6863	21122	10000	30000	12300	120663	181785	A_1
8.7	5B+5L+5S	2,35	0,32	6	33,7	0,70	610	3660	17919	2	490	7353	25272	10000	30000	12300	120663	185935	A_2
8.8	10B+10L+10S	4,7	0,46	6	33,7	1,0	1244	7464	25383	0.5	250	7603	32986	10000	30000	12300	120663	193649	A_4
8.9	20B+20L+20S	9,40	0,59	10	42,4	0,7	390	3900	29283	24.4	5978	13581	42864	25000	30000	13300	130473	228337	A_5
Traseul 7.1...7.5 (coloana M_7); $H_{disp.presiune}$ în A_1 = 181785 Pa																			
7.1	1S	0,2	0,15	3,7	26.9	0,55	560	2072	2072	8.5	1286	1286	3358	10000	30000	2700	26487	69845	
7.2	2S	0,4	0,15	2,7	26.9	0,55	560	1512	3584	0.5	76	1361	4945	10000	30000	5400	52974	97919	
7.3	3S	0,6	0,15	2,7	26.9	0,55	560	1512	5096	0.5	76	1437	6533	10000	30000	8100	79461	125994	
7.4	4S	0,8	0,18	2,7	26.9	0,66	801	2163	7259	0.5	109	1546	8804	10000	30000	10500	103005	151809	
7.5	5S	1,0	0,20	2,5	26.9	0,74	987	2468	9726	13.5	3696	5242	14968	10000	30000	12300	120663	175631	
Diferența de presiune de 6154 Pa (181785 - 175631) se preia printr-o difragmă montată pe tronsonul 7.5 sau prin reglajul robinetului cu ventil drept de pe același tronson																			
A_4-B_1	5B+5L+5S	2,35	0,32	6	26,9	1,17	2514	15084	29343	2	1369	8232	37575	10000	30000	12300	120663	198238	B_1

Tronsoanele 4.1...4.7 la fel ca tronsoanele 8.1...8.7
Tronsoanele 3.1...3.5 la fel ca tronsoanele 7.1.....7.5
Traseul 5.1...5.7 (coloana M_5); $H_{disp.\ presiune}$ în B_1 este egal cu H_{disp} A_4 minus h_l și h_{rl} de pe tronsonul 8.8 asemănător tronsonului A_4 - B_1 (193649 - 3660 - 490 = 189499 Pa)

Prin modificarea diametrului tronsonului A_4 - B_1 de la 33,7 la 26,9 mm, presiunea în B_1 este mai mare ca presiunea disponibilă, 198238 față de 189499 Pa.
Se menține diametrul de 33,7 mm pe tronsonul A_4 - B_1, se preia diferența de presiune printr-o diafragmă montată pe tronsonul 5.7 sau prin reglajul robinetului cu ventil drept de pe același tronson

Tronsoanele 6.1....6.5 (colona M_6) și tronsoanele 2.1....2.5 (coloana M_2) la fel ca tronsoanele 7.1....7.5
Tronsoanele 1.1....1.7 (colona M_1) la fel ca tronsoanele 8.1....8.7

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.38. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din oțel zincat cu D_e 17,1 - 48,3 mm, pentru apă caldă, k = 0,8 mm,

D_e 17,1 mm			D_e 21,4 mm			D_e 26,9 mm			D_e 33,7 mm			D_e 42,4 mm			D_e 48,3 mm		
D_i 9,4 mm			D_i 13,1 mm			D_i 18,6 mm			D_i 24,2 mm			D_i 32,9 mm			D_i 36,8 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,010	0,14	110	0,020	0,15	70	0,050	0,18	64	0,100	0,22	60	0,22	0,26	55	0,30	0,28	56
0,012	0,17	156	0,024	0,18	100	0,058	0,21	85	0,114	0,25	78	0,25	0,29	71	0,33	0,31	67
0,014	0,20	210	0,028	0,21	135	0,066	0,24	109	0,128	0,28	98	0,27	0,32	82	0,36	0,34	80
0,016	0,23	274	0,032	0,24	175	0,074	0,27	137	0,142	0,31	121	0,30	0,35	101	0,40	0,37	99
0,018	0,26	345	0,036	0,27	221	0,082	0,30	168	0,156	0,34	145	0,32	0,38	115	0,43	0,40	114
0,020	0,29	424	0,040	0,30	272	0,090	0,33	202	0,170	0,37	172	0,35	0,41	138	0,46	0,43	130
0,022	0,32	512	0,044	0,33	329	0,098	0,36	239	0,184	0,40	201	0,38	0,44	162	0,49	0,46	147
0,024	0,35	608	0,048	0,36	390	0,106	0,39	279	0,198	0,43	232	0,40	0,47	180	0,52	0,49	166
0,026	0,37	712	0,052	0,39	457	0,114	0,42	323	0,212	0,46	266	0,43	0,50	207	0,56	0,52	192
0,028	0,40	825	0,056	0,42	530	0,122	0,45	369	0,226	0,49	302	0,45	0,53	227	0,59	0,55	213
0,030	0,43	946	0,060	0,45	607	0,130	0,48	419	0,240	0,52	341	0,48	0,56	258	0,62	0,58	235
0,032	0,46	1075	0,064	0,48	690	0,138	0,51	471	0,254	0,55	381	0,51	0,60	291	0,65	0,61	258
0,034	0,49	1212	0,068	0,50	778	0,146	0,54	527	0,268	0,58	424	0,53	0,63	314	0,68	0,64	283
0,036	0,52	1357	0,072	0,53	872	0,154	0,57	586	0,282	0,61	469	0,56	0,66	351	0,72	0,67	317
0,038	0,55	1511	0,076	0,56	970	0,162	0,60	648	0,296	0,64	517	0,58	0,69	376	0,75	0,70	343
0,040	0,58	1673	0,080	0,59	1075	0,170	0,63	713	0,310	0,67	566	0,61	0,72	416	0,78	0,73	371
0,042	0,61	1843	0,084	0,62	1184	0,178	0,66	781	0,324	0,70	618	0,64	0,75	457	0,81	0,76	400
0,044	0,63	2021	0,088	0,65	1299	0,186	0,68	853	0,338	0,74	672	0,66	0,78	486	0,84	0,79	430
0,046	0,66	2208	0,092	0,68	1419	0,194	0,71	927	0,352	0,77	729	0,69	0,81	531	0,88	0,82	472
0,048	0,69	2402	0,096	0,71	1544	0,202	0,74	1005	0,366	0,80	788	0,71	0,84	562	0,91	0,85	505
0,050	0,72	2606	0,100	0,74	1674	0,210	0,77	1086	0,380	0,83	849	0,74	0,87	611	0,94	0,88	538
0,052	0,75	2817	0,104	0,77	1810	0,218	0,80	1169	0,394	0,86	912	0,77	0,90	661	0,97	0,91	573
0,054	0,78	3036	0,108	0,80	1951	0,226	0,83	1256	0,408	0,89	978	0,79	0,93	695	1,00	0,94	609
0,056	0,81	3264	0,112	0,83	2097	0,234	0,86	1346	0,422	0,92	1046	0,82	0,96	749	1,04	0,97	658
0,058	0,84	3500	0,116	0,86	2249	0,242	0,89	1439	0,436	0,95	1117	0,84	0,99	786	1,07	1,00	697
0,060	0,87	3,744	0,120	0,89	2406	0,250	0,92	1537	0,450	0,98	1189	0,87	1,02	843	1,10	1,03	735
0,062	0,89	3996	0,124	0,92	2568	0,258	0,95	1635	0,464	1,01	1264	0,90	1,05	902	1,13	1,06	777
0,064	0,92	4257	0,128	0,95	2735	0,266	0,98	1737	0,478	1,04	1341	0,92	1,09	942	1,16	1,09	818
0,066	0,95	4526	0,132	0,98	2909	0,274	1,01	1843	0,492	1,07	1420	0,95	1,12	1005	1,20	1,13	875
0,068	0,98	4803	0,136	1,01	3086	0,282	1,04	1952	0,506	1,10	1502	0,97	1,15	1047	1,23	1,16	920
0,070	1,01	5088	0,140	1,04	3270	0,290	1,07	2063	0,520	1,13	1586	1,00	1,18	1113	1,26	1,19	965
0,072	1,04	5382	0,144	1,07	3459	0,298	1,10	2178	0,534	1,16	1672	1,03	1,21	1180	1,29	1,22	1011
0,074	1,07	5684	0,148	1,10	3653	0,306	1,13	2296	0,548	1,19	1760	1,05	1,24	1226	1,32	1,25	1059
0,076	1,10	5994	0,152	1,13	3852	0,314	1,16	2417	0,562	1,22	1851	1,08	1,27	1297	1,36	1,28	1124
0,078	1,12	6312	0,156	1,16	4056	0,322	1,19	2541	0,576	1,25	1944	1,10	1,30	1345	1,39	1,31	1174
0,080	1,15	6638	0,160	1,19	4266	0,330	1,22	2669	0,590	1,28	2039	1,13	1,33	1419	1,42	1,34	1225
0,082	1,18	6973	0,164	1,22	4481	0,338	1,24	2799	0,604	1,31	2137	1,16	1,36	1495	1,45	1,37	1277
0,084	1,21	7316	0,168	1,25	4702	0,346	1,27	2933	0,618	1,34	2237	1,18	1,39	1547	1,48	1,40	1330
0,086	1,24	7667	0,172	1,28	4927	0,354	1,30	3070	0,632	1,37	2339	1,21	1,42	1627	1,52	1,43	1403
0,088	1,27	8027	0,176	1,31	5159	0,362	1,33	3209	0,646	1,41	2443	1,23	1,45	1681	1,55	1,46	1459
0,090	1,30	8394	0,180	1,34	5395	0,370	1,36	3352	0,660	1,44	2550	1,26	1,48	1763	1,58	1,49	1515
0,092	1,33	8770	0,184	1,37	5636	0,378	1,39	3498	0,674	1,47	2659	1,29	1,51	1848	1,61	1,52	1573
0,094	1,36	9154	0,188	1,40	5883	0,386	1,42	3648	0,688	1,50	2770	1,31	1,54	1906	1,64	1,55	1632
0,096	1,38	9546	0,192	1,43	6135	0,394	1,45	3800	0,702	1,53	2884	1,34	1,57	1994	1,68	1,58	1713
0,098	1,41	9947	0,196	1,45	6393	0,402	1,48	3955	0,716	1,56	2999	1,36	1,61	2054	1,71	1,61	1774
0,100	1,44	10356	0,200	1,48	6655	0,410	1,51	4114	0,730	1,59	3117	1,39	1,64	2145	1,74	1,64	1837
0,102	1,47	10770	0,204	1,51	6923	0,418	1,54	4275	0,744	1,62	3238	1,42	1,67	2238	1,77	1,67	1900
0,104	1,50	11190	0,208	1,54	7197	0,426	1,57	4440	0,758	1,65	3360	1,44	1,70	2302	1,80	1,70	1965
0,106	1,53	11632	0,212	1,57	7475	0,434	1,60	4608	0,772	1,68	3485	1,47	1,73	2398	1,84	1,73	2053
0,108	1,56	12073	0,216	1,60	7760	0,442	1,63	4779	0,786	1,71	3612	1,49	1,76	2464	1,87	1,76	2121
0,110	1,59	12523	0,220	1,63	8049	0,450	1,66	4953	0,800	1,74	3742	1,52	1,79	2564	1,90	1,79	2189
0,112	1,61	12982	0,224	1,66	8343	0,458	1,69	5130	0,814	1,77	3874	1,55	1,82	2666	1,93	1,82	2258
0,114	1,64	13448	0,228	1,69	8643	0,466	1,72	5310	0,828	1,80	4008	1,57	1,85	2735	1,96	1,85	2329

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.39. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din oțel zincat" cu D_e 60,3 - 165,2 mm, pentru apă caldă, k = 0,8 mm

D_e 60,3 mm			D_e 76 mm			D_e 88,8 mm			D_e 114,1 mm			D_e 139,7 mm			D_e 165,2 mm		
D_i 48 mm			D_i 63,7 mm			D_i 75,7 mm			D_i 100,1 mm			D_i 125 mm			D_i 150,5 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,55	0,30	45	1,10	0,35	39	1,80	0,40	41	3,40	0,43	33	5,80	0,47	30	9,50	0,53	30
0,60	0,33	53	1,19	0,37	46	1,92	0,43	47	3,61	0,46	37	6,12	0,50	33	9,95	0,56	32
0,65	0,36	62	1,28	0,40	53	2,05	0,46	54	3,82	0,49	42	6,44	0,53	37	10,40	0,58	35
0,71	0,39	74	1,37	0,43	60	2,17	0,48	60	4,03	0,51	47	6,76	0,55	40	10,85	0,61	39
0,76	0,42	85	1,46	0,46	69	2,30	0,51	67	4,24	0,54	52	7,08	0,58	44	11,30	0,64	42
0,81	0,45	96	1,55	0,49	77	2,42	0,54	75	4,45	0,57	57	7,40	0,60	48	11,75	0,66	45
0,86	0,48	108	1,64	0,51	86	2,54	0,57	82	4,66	0,59	62	7,72	0,63	53	12,20	0,69	49
0,91	0,51	121	1,73	0,54	96	2,67	0,59	91	4,87	0,62	68	8,04	0,66	57	12,65	0,71	52
0,97	0,53	138	1,82	0,57	106	2,79	0,62	99	5,08	0,65	74	8,36	0,68	62	13,10	0,74	56
1,02	0,56	152	1,91	0,60	117	2,92	0,65	108	5,29	0,67	80	8,68	0,71	66	13,55	0,76	60
1,07	0,59	168	2,00	0,63	128	3,04	0,68	118	5,50	0,70	87	9,00	0,73	71	14,00	0,79	64
1,12	0,62	183	2,09	0,66	140	3,16	0,70	127	5,71	0,73	93	9,32	0,76	76	14,45	0,81	68
1,17	0,65	200	2,18	0,68	152	3,29	0,73	138	5,92	0,75	100	9,64	0,79	82	14,90	0,84	72
1,23	0,68	221	2,27	0,71	165	3,41	0,76	148	6,13	0,78	108	9,96	0,81	87	15,35	0,86	77
1,28	0,71	239	2,36	0,74	178	3,54	0,79	159	6,34	0,81	115	10,28	0,84	93	15,80	0,89	82
1,33	0,74	258	2,45	0,77	192	3,66	0,81	170	6,55	0,83	123	10,60	0,86	98	16,25	0,91	87
1,38	0,76	278	2,54	0,80	206	3,78	0,84	181	6,76	0,86	131	10,92	0,89	104	16,70	0,94	91
1,43	0,79	298	2,63	0,83	221	3,91	0,87	194	6,97	0,89	139	11,24	0,92	111	17,15	0,96	96
1,49	0,82	324	2,72	0,85	237	4,03	0,90	203	7,18	0,91	147	11,56	0,94	117	17,60	0,99	101
1,54	0,85	346	2,81	0,88	252	4,16	0,92	220	7,39	0,94	156	11,88	0,97	124	18,05	1,02	106
1,59	0,88	369	2,90	0,91	269	4,28	0,95	232	7,60	0,97	165	12,20	0,99	130	18,50	1,04	112
1,64	0,91	392	2,99	0,94	286	4,40	0,98	146	7,81	0,99	174	12,52	1,02	137	18,95	1,07	117
1,69	0,94	416	3,08	0,97	303	4,53	1,01	260	8,02	1,02	184	12,84	1,05	144	19,40	1,09	123
1,75	0,97	446	3,17	1,00	321	4,65	1,03	274	8,23	1,05	193	13,16	1,07	152	19,85	1,12	129
1,80	0,99	472	3,26	1,02	339	4,78	1,06	290	8,44	1,07	204	13,48	1,10	159	20,30	1,14	134
1,85	1,02	498	3,35	1,05	358	4,90	1,09	304	8,65	1,10	214	13,80	1,13	167	20,75	1,17	140
1,90	1,05	526	3,44	1,08	378	5,02	1,12	320	8,86	1,13	224	14,12	1,15	174	21,20	1,19	147
1,95	1,08	554	3,53	1,11	398	5,15	1,14	336	9,07	1,15	235	14,44	1,18	183	21,65	1,22	153
2,01	1,11	588	3,62	1,14	418	5,27	1,17	352	9,28	1,18	246	14,76	1,20	191	22,10	1,24	159
2,06	1,14	618	3,71	1,16	439	5,40	1,20	370	9,49	1,21	257	15,08	1,23	199	22,55	1,27	166
2,11	1,17	648	3,80	1,19	461	5,52	1,23	386	9,70	1,23	269	15,40	1,26	208	23,00	1,29	173
2,16	1,20	679	3,89	1,22	483	5,64	1,25	403	9,91	1,26	280	15,72	1,28	216	23,45	1,32	179
2,21	1,22	711	3,98	1,25	505	5,77	1,28	422	10,12	1,29	292	16,04	1,31	225	23,90	1,34	186
2,27	1,25	749	4,07	1,28	528	5,89	1,31	440	10,33	1,31	305	16,36	1,33	234	24,35	1,37	193
2,32	1,28	783	4,16	1,31	552	6,02	1,34	459	10,54	1,34	317	16,68	1,36	243	24,80	1,39	201
2,37	1,31	817	4,25	1,33	576	6,14	1,36	478	10,75	1,37	330	17,00	1,39	253	25,25	1,42	208
2,42	1,34	851	4,34	1,36	601	6,26	1,39	496	10,96	1,39	343	17,32	1,41	262	25,70	1,45	215
2,47	1,37	887	4,43	1,39	626	6,39	1,42	517	11,17	1,42	356	17,64	1,44	272	26,15	1,47	223
2,53	1,40	930	4,52	1,42	651	6,51	1,45	537	11,38	1,45	369	17,96	1,46	282	26,60	1,50	231
2,58	1,43	967	4,61	1,45	677	6,64	1,48	558	11,59	1,47	383	18,28	1,49	292	27,05	1,52	239
2,63	1,45	1006	4,70	1,48	704	6,76	1,50	579	11,80	1,50	397	18,60	1,52	303	27,50	1,55	247
2,68	1,48	1044	4,79	1,50	731	6,88	1,53	599	12,01	1,53	411	18,92	1,54	313	27,95	1,57	255
2,73	1,51	1083	4,88	1,53	759	7,01	1,56	622	12,22	1,55	426	19,24	1,57	324	28,40	1,60	263
2,79	1,54	1131	4,97	1,56	787	7,13	1,59	644	12,43	1,58	441	19,56	1,59	334	28,85	1,62	272
2,84	1,57	1172	5,06	1,59	816	7,26	1,61	667	12,64	1,61	456	19,88	1,62	346	29,30	1,65	280
2,89	1,60	1213	5,15	1,62	845	7,38	1,64	689	12,85	1,63	471	20,20	1,65	357	29,75	1,67	289
2,94	1,63	1255	5,24	1,65	785	7,50	1,67	712	13,06	1,66	486	20,52	1,67	368	30,20	1,70	297
2,99	1,66	1299	5,33	1,67	905	7,63	1,70	737	13,27	1,69	502	20,84	1,70	380	30,65	1,72	306
3,05	1,68	1351	5,42	1,70	936	7,75	1,72	760	13,48	1,71	518	21,16	1,73	391	31,10	1,75	316
3,10	1,71	1396	5,51	1,73	967	7,88	1,75	786	13,69	1,74	534	21,48	1,75	404	31,55	1,77	325
3,15	1,74	1441	5,60	1,76	999	8,00	1,78	810	13,90	1,77	551	21,80	1,78	415	32,00	1,80	334
3,20	1,77	1487	5,69	1,79	1031	8,12	1,81	834	14,11	1,79	567	22,12	1,80	428	32,45	1,83	343
3,25	1,80	1534	5,78	1,81	1064	8,25	1,83	2108	14,32	1,82	584	22,44	1,83	440	32,90	1,85	

Tabelul 2.4.40. Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum, aferente unei școli având P+3 etaje (exemplul de calcul 3)"

Număr tronson	Numărul și felul armaturilor racordate la tronson	$\Sigma n\dot{V}_S$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$i\,l$ [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma il+\Sigma h$ [Pa]	H_d [Pa]	H_u [Pa]	H_g [mm]	H_g [Pa]	H_{nec} [Pa]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Traseul 1.1.....1.14 (coloana M_1)																	
1.1.	1R	0,10	0,10	1,0	20	0,46	225	225	225	4,5	476	476	701	2000		0		2701	
1.2.	2R	0,20	0,20	1,0	20	0,92	456	456	681	0,5	212	688	1369	2000		0		3369	
1.3.	3R	0,30	0,30	1,0	20	1,39	1552	1552	2233	0,5	483	1171	3404	2000		0		5404	
1.4.	4R	0,40	0,38	2,0	20	1,76	2365	4730	6963	0,5	774	1945	8908	2000		0		10908	a
1.5.	4R+4P	0,54	0,44	5,0	20	2,03	3077	15385	22348	12,0	24725	26670	49018	2000		0		51018	b
1.6	4R+4P+4L	0,62	0,54	0,8	25	1,53	1363	1090	23438	0,5	585	27256	50694	2000		3000	29430	82124	
1.7	8R+8P+4L	1,16	0,64	3,9	25	1,81	1848	7207	30646	6,5	10647	37903	68549	2000		3800	37278	107827	
1.8.	8R+8P+8L	1,64	0,78	0,8	25	2,21	2639	2111	32757	0,5	1221	39124	71881	2000		6800	66708	140589	
1.9.	12R+12P+8L	2,20	0,89	3,0	32	1,48	932	2796	35553	0,5	548	39672	75224	2000		7600	74556	151780	
1.10.	12R+12P+12L	2,46	0,94	0,8	32	1,58	1049	839	36392	0,5	624	40296	76688	2000		10600	103986	182674	
1.11.	16R+16P+12L	3,00	1,04	3,9	32	1,75	1245	4856	41248	6,5	9953	50249	91496	2000		11400	111834	205330	
1.12.	16R+16P+16L	3,28	1,09	15,0	32	1,84	1369	20535	61783	10,7	18113	68362	130144	2000		14400	141264	273408	A_1
1.13.	32R+16P+32L	6,00	1,48	6,0	40	1,52	720	720	62503	0,5	578	68939	131442	2000		14800	145188	278630	A_2
1.14.	36R+16P+36L	6,68	1,56	8,0	40	1,60	791	6328	68831	20,4	26112	95051	163882	2000	15000	15800	154998	335880	A_3
		Traseul 2.1.....2.11 Coloana M_2 $H_{disponibil}$ în punctul A_1 273408																	
2.1.	1R	0,10	0,10	1,0	20	0,46	225	225	225	4,5	476	476	701	2000		0		2701	
2.2.	2R	0,20	0,20	1,0	20	0,92	456	456	681	0,5	212	688	1369	2000		0		3369	
2.3.	3R	0,30	0,30	1,0	25	0,85	480	480	1161	0,5	181	868	2029	2000		0		4029	
2.4.	4R	0,40	0,38	5,0	32	0,63	210	1050	2211	12,0	2381	3250	5461	2000		0		7461	
2.5.	4R+4L	0,68	0,50	0,8	32	0,85	340	272	2483	0,5	181	3430	5913	2000		0		7913	
2.6	8R+4L	1,08	0,62	3,9	32	1,05	501	1954	4437	6,5	3583	7013	11450	2000		3000	29430	42880	
2.7	8R+8L	1,36	0,70	0,8	40	0,72	189	151	4588	0,5	130	7143	11731	2000		3800	37278	51009	
2.8.	12R+8L	1,76	0,79	3,0	40	0,81	234	702	5290	0,5	164	7307	12597	2000		6800	66708	81305	
2.9.	12R+12L	2,04	0,86	0,8	40	0,88	273	218	5509	0,5	194	7501	13009	2000		7600	74556	89565	
2.10.	16R+12L	2,46	0,94	3,9	40	0,97	319	1244	6753	5,3	2493	9994	16747	2000		10600	103986	122733	
2.11.	16R+16L	2,74	0,99	3,0	40	1,02	383	1149	7902	12,2	6346	16340	24242	2000		11400	111834	138076	

Diferența de presiune între presiunea disponibilă de 273408 și presiunea consumată pe traseul 2.1.....2.11 de 132076 fiind prea mare, se redimensionează coloana M_2

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.40. (continuare)																			
Traseul 2.1.....2.11 Coloana M_2 $H_{disponibil}$ în punctul A_1 273408																			
2.1.	1R	0,10	0,10	1,0	20	0,46	225	225	225	4,5	476	476	701	2000		0		2701	
2.2.	2R	0,20	0,20	1,0	20	0,92	456	456	681	0,5	212	688	1369	2000		0		3369	
2.3.	3R	0,30	0,30	1,0	20	1,39	1552	1552	2233	0,5	483	1171	3404	2000		0		5404	
2.4.	4R	0,40	0,38	5,0	20	1,76	2365	11825	14058	15,5	24006	25177	39235	2000		0		41235	
2.5.	4R+4L	0,68	0,50	0,8	20	2,31	3873	3098	17156	0,5	1334	26511	43667	2000		0		45667	
2.6	8R+4L	1,08	0,62	3,9	25	1,76	1745	6806	23962	6,5	10067	36578	60540	2000		3000	29430	91970	
2.7	8R+8L	1,36	0,70	0,8	25	1,98	2171	1737	25699	0,5	980	37558	63257	2000		3800	37278	102535	
2.8.	12R+8L	1,76	0,79	3,0	25	2,24	2700	8100	33799	0,5	1254	38813	72611	2000		6800	66708	141319	
2.9.	12R+12L	2,04	0,86	0,8	32	1,44	984	787	34586	0,5	518	39331	73917	2000		7600	74556	150473	
2.10.	16R+12L	2,46	0,94	3,9	32	1,58	1049	4091	38677	6,5	8113	47444	86121	2000		10600	103986	192107	
2.11.	16R+16L	2,74	0,99	3,0	32	1,67	1151	3453	42130	13,5	18825	66270	108400	2000		11400	111834	222234	
Diferența de presiune de 51174 Pa, între presiunea disponibilă de 273408 Pa și presiunea pe traseul 2.1.....2.11 de 222234 Pa, se preia printr-o diafragmă sau prin reglajul robinetului de pe tronsonul 2.11																			
Traseul 3.1....3.6 (coloana M_3); $H_{disp\ A2}$ = 278630 Pa																			
3.1	1R	0,10	0,10	5	20	0,46	225	1125	1150	6,5	688	1926	3076	20000		0		23076	
3.2	1R+1L	0,17	0,17	0,8	20	0,79	568	454,4	1604,4	0,5	156	2082	3686	20000		0		23686	
3.3	2R+1L	0,27	0,27	3,9	20	1,25	1286	5015,4	6619,8	8,5	6641	8723	15342	20000		3000	29430	64772	
3.4	2R+2L	0,34	0,34	0,8	20	1,57	1939	1551,2	8171	0,5	616	9339	17510	20000		3800	37278	74788	
3.5	3R+2L	0,47	0,42	3	20	1,94	2830	8490	16661	0,5	941	10280	26941	20000		6800	66708	113649	
3.6	3R+3L	0,51	0,43	0,8	20	1,99	2952	2361,6	19022,6	0,5	990	11270	30292	20000		7600	74556	124848	
3.7	4R+3L	0,61	0,47	3,9	20	2,17	3464	13509,6	32532,2	8,5	20013	31283	63815	20000		10600	103986	187801	
3.8	4R+4L	0,67	0,49	3	20	2,27	3734	11202	43734,2	17	43800	75082	118816	20000		11400	111834	250650	
Traseul 1.4.1....1.4.3 (coloana M_1); $H_{disp\ a}$ = 10908 Pa																			
1.4.1	1P	0,035	0,035	0,7	20	0,28	40	28	28	2,5	98	98	126	0					
1.4.2	2P	0,07	0,07	0,5	20	0,32	120	60	88	2	102	200	288	0					
1.4.3	4P	0,14	0,14	2	20	0,49	250	500	588	15	1801	2001	2589					2589	a
Traseul 1.5.1....1.5.4 (coloana M_1); $H_{disp\ b}$ = 51018 Pa																			
1.5.1	1L	0,05	0,05	0,7	20	0,32	120	84	84	2,5	128	128	212						
1.5.2	2L	0,1	0,10	0,7	20	0,47	240	168	252	0,5	55	183	435						
1.5.3	3L	0,15	0,15	0,7	20	0,67	430	301	553	0,5	112	295	848						
1.5.4	4L	0,2	0,20	0,9	20	0,91	725	652,5	1205,5	15	6211	6506	7712	20000				27712	b
Notă: Pentru traseele pe care nu se consumă presiunea disponibilă chiar la alegerea vitezelor maxime admisibile, diferența de presiune se preia prin diafragme sau robinete de reglaj.																			

Anexa I.2.4.

Tabelul 2.4.41. Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă caldă pentru consum, aferente unei școli având P+3 etaje (exemplul de calcul 4)

Număr tron-son	Numărul și felul armatu rilor racor-date la tronson	$\Sigma n\dot{V}_S$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$i\,l$ [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma il + \Sigma h$ [Pa]	H_d [Pa]	H_u [Pa]	H_g [mm]	H_g [Pa]	H_{nec} [Pa]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Traseul 1.1.....1.9 (coloana M_1); H_{disp} = 335880 Pa în A_3 pentru apa rece																			
1.1	1L	0,07	0,07	0,7	21,4	0,52	825	578	578	4,5	608	608	1186						
1.2	2L	0,14	0,14	0,7	26,9	0,52	485	340	917	0,5	68	676	1593						
1.3	3L	0,21	0,21	0,7	26,9	0,77	1086	760	1677	0,8	237	913	2590						
1.4	4L	0,28	0,28	5	33,7	0,6	463	2315	3992	12	2160	3073	7065	20000		3800	37278	64343	a
1.5	8L	0,56	0,45	3,8	33,7	0,98	1189	4518	8510	0,5	240	3313	11824	20000		7600	74556	106380	b
1.6	12L	0,84	0,55	3,8	42,4	0,65	338	1284	9795	0,8	169	3482	13277	20000		11400	111834	145111	c
1.7	16L	1,12	0,63	15	42,4	0,74	443	6645	16440	10,7	2930	6412	22852	20000		11800	115758	158610	A_1
1.8	32L	2,24	0,90	6	42,4	1,05	902	5412	21852	0,5	276	6688	28539	20000		11800	115758	164297	A_2
1.9	36L	2,52	0,95	8	42,4	1,12	1005	8040	29892	22,4	14049	20737	50629	20000	150000	12800	125568	346197	A_3
Traseul 2.1...2.7 (coloana M_2); $H_{disp\ A1}$ = 158610 Pa																			
Tronsoanele 2.1...2.5 la fel ca tronsoanele 1.1...1.5									8510			3313							
2.6	12L	0,84	0,55	3,8	33,7	1,2	1771	6729,8	15240	0,5	360	3673	18913	20000		11400	111834	150747	
2.7	16L	1,12	0,63	2,5	42,4	0,74	443	1107,5	16347	9,7	2656	6329	22676	20000		11800	115758	158434	A_1
Traseul 3.1...3.4 (coloana M_3); $H_{disp\ A2}$ = 164297 Pa																			
3.1	1L	0,07	0,07	5	21,4	0,52	825	4125	4125	4,5	608	608	4733	20000		3800	37278	62011	
3.2	2L	0,14	0,14	3,8	26,9	0,52	485	1843	5968	0,5	68	676	6644	20000		7600	74556	101200	
3.3	3L	0,21	0,21	3,8	26,9	0,77	1086	4127	10095	0,5	148	824	10919	20000		11400	111834	142753	
3.4	4L	0,28	0,28	4	26,9	1,03	1924	7696	17791	13,5	7161	7985	25776	20000		11800	115758	161534	A_2
Traseul 1.4.1....1.4.4; $H_{disp\ a}$ = 64343 Pa																			
1.4.1	1L	0,07	0,07	0,7	17,1	1,01	5088	3562	3562	2.5	1275	1275	4837					4837	
1.4.2	2L	0,14	0,14	0,7	21,4	1,04	3270	2289	5851	0.5	270	1546	7396					7396	
1.4.3	3L	0,21	0,21	0,7	21,4	1,55	7336	5135	10986	0.5	601	2146	13132					13132	
1.4.4	4L	0,28	0,28	1	26,9	1,03	1924	1924	12910	13.5	7161	9307	22217	20000				42217	
Traseul 1.5.1....1.5.4 ; $H_{disp\ b}$ = 106380 Pa																			
Tronsoanele 1.5.1....1.5.4 la fel ca tronsoanele 1.4.1....1.4.4 H_{nec} = 42217 Pa																			
Traseul 1.6.1....1.6.4 ; $H_{disp\ c}$ = 145111 Pa																			
Tronsoanele 1.6.1....1.6.4 la fel ca tronsoanele 1.4.1....1.4.4 H_{nec} = 42217 Pa																			

Notă: Pentru traseele pe care nu se consumă presiunea disponibila chiar la alegerea vitezelor maxime admisibile, diferența de presiune se preia prin diafragme sau robinete de reglaj

2.5. Instalații interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor

2.5.1. Elemente fundamentale privind securitatea la incendiu a construcțiilor și instalațiilor aferente

2.5.1.1. Concepția generală privind securitatea la incendiu

Conceptul de securitate la incendiu include condiții de amplasare a clădirilor și de performanța structurilor, produselor pentru construcții, instalațiilor aferente clădirilor, precum și cele ale instalațiilor de protecție contra incendiilor, în condiții de incendiu.

Cerința esențială „securitate la incendiu" impune următoarele condiții:

- apariția și propagarea focului și fumului în interiorul construcției să fie limitate;
- stabilirea elementelor portante ale construcției să poată fi estimată pentru o perioadă determinată de timp;
- propagarea incendiului la construcțiile învecinate să fie limitată;
- utilizatorii să poată părăsi clădirea sau să fie salvați prin alte mijloace;
- să fie luată în considerare securitatea echipelor de intervenție.

Obiectivele globale privind securitatea la incendiu a construcțiilor sunt explicitate în Documentul Interpretativ nr. 2, generat de Directiva 89/106/CEE referitoare la produse pentru construcții, preluată în legislația națională prin Hotărârea Guvernului României nr. 622/2004, republicată.

Concepția generală privind securitatea la incendiu, ține seamă de principiile de organizare pentru apărare împotriva incendiilor, cerințele de proiectare și executarea construcțiilor și instalațiilor de combatere a incendiilor și criteriile de performanță cu factorii care determină aceste criterii; efectele negative care pot interveni în caz de incendiu asupra construcțiilor și instalațiilor, precum și asupra utilizatorilor.

- principiile de organizare, desfășurare și conducere a activității de apărare împotriva incendiilor au în vedere:
  - respectarea reglementărilor în vigoare; definirea priorităților, dimensionarea optimă (cost/eficacitate);
  - colaborarea, conlucrarea și dialogul deschis cu factorii interesați;
- cerințele la proiectarea și executarea construcțiilor și instalațiilor de combatere a incendiilor pentru utilizatori cuprind: protecția și evacuarea utilizatorilor; preîntâmpinarea propagării incendiilor; protecția pompierilor și altor forțe.
- Criteriile de performanță privind cerințele esențiale de calitate, securitate la incendiu, cuprind:
  - riscul de incendiu;
  - rezistența, comportarea și stabilitatea la foc;
  - propagarea incendiilor;
  - degajările de fum, gaze fierbinți și alte produse nocive;
  - propagarea flăcărilor și fumului;
  - etanșeitatea la fum și flăcări;
  - rezistența fațadei și acoperișurilor la propagarea focului (la vecinătăți);
  - căile de acces, evacuare și intervenție.
- Principalii factori care determină criteriile de performanță sunt:
  - clasele de combustibilitate sau de periculozitate a materialelor și substanțelor, viteza de ardere și durata;
  - clasele de reacție la foc;
  - densitatea sarcinii termice și contribuția la foc;
  - sursele potențiale de aprindere (natura, frecvența, energia de aprindere);
  - condițiile (împrejurările) determinante, în același timp și spațiu;
  - alcătuire și geometria construcțiilor;
  - fluxul (debitul) global de evacuare a utilizatorilor;
  - echiparea cu instalații, sisteme, dispozitive, aparate și alte mijloace de prevenire și stingere a incendiilor și fiabilitatea acestora;
  - distanțele de siguranță la foc;
  - capacitatea de intervenție a serviciului de pompieri;
  - timpii de siguranță la foc și timpii operativi de intervenție;
  - condițiile atmosferice.
- Efectele negative ale agenților termici, chimici, electromagnetici și biologici care pot interveni în caz de incendiu se manifestă asupra:
  - construcțiilor și instalațiilor prin depuneri de funingine, deformații, ardere și termodegradare, reducerea rezistenței mecanice, deteriorarea etanșeității, dislocare, instabilitate și prăbușire;
  - utilizatorilor prin: reducerea vizibilității, intoxicare, impregnarea cu fum a îmbrăcămintei sau aprinderea acesteia, arsuri, răniri și alte traumatisme.

În categoria utilizatorilor intră și pompierii și alte forțe care participă la intervenție.

Scenariul de securitate la incendiu structurat conform Metodologiei de elaborare a scenariilor de securitate la incendiu aprobată cu Ordinul Ministrului Administrației și Internelor (O.M.A.I.) nr. 130 din 25.01.2007 cuprinde condițiile tehnice asigurate conform reglementărilor în vigoare și acțiunile ce trebuie întreprinse în caz de incendiu pentru îndeplinirea cerinței esențiale a securității la incendiu (construcții și instalații) conform Legii nr. 10/1995 - Legea calității în construcții, la obiective care se încadrează în categoriile de construcții, instalații și amenajări stabilite prin Hotărârea Guvernului nr. 1739/2006 pentru aprobarea categoriilor de construcții și amenajări care se supun avizării și/sau autorizării privind securitatea la incendiu, publicată în Monitorul Oficialal al României, Partea I, nr. 995 din 13 decembrie 2006.

Scenariile de securitate la incendiu constituie acea parte a pieselor scrise al proiectului construcției, instalației sau amenajării, care sintetizează regulile și măsurile de apărare împotriva incendiilor stabilite prin documentațiile tehnice de proiectare/execuție elaborate. Măsurile adoptate prin scenariul de securitate la incendiu trebuie să se reflecte în piesele desenate ale documentațiilor de proiectare/execuție.

Planurile de protecție împotriva incendiilor sunt:

- planul de evacuare a persoanelor;
- planul de depozitare și de evacuare a materialelor clasificate conform legii ca fiind periculoase;
- planul de intervenție.

Planurile de protecție împotriva incendiului se întocmesc conform Normelor Generale de apărare împotriva incendiilor (O.M.A.I. nr. 163/2007).

2.5.1.2 Prescripții fundamentale privind securitatea la incendiu a construcțiilor în ansamblu și a principalelor părți componente ale acestora

- Tipuri caracteristice de clădiri. Clădirile monobloc sunt cele care au arie construită de cel puțin 20.000 m² și lățimea mai mare de 72 m.

Clădirile blindate sunt cele închise în care activitatea se desfășoară numai la lumină artificială, având acoperișuri și pereți plini (în care se prevăd numai goluri psihologice și uși de acces). Încăperile blindate cu aria construită mai mare de 700 m² sunt considerate clădiri blindate.

Clădirile înalte sunt acele clădiri civile publice la care pardoseala ultimului nivel folosibil este situată, față de terenul accesibil vehiculelor de intervenție ale pompierilor, la 28 m și mai mult.

Nu sunt considerate clădiri înalte:

- construcțiile care nu sunt destinate să adăpostească oameni;
- blocurile de locuințe, care au cel mult P + 11 niveluri;
- clădirile care deasupra nivelului limită se află un singur nivel care ocupă maximum 50 % din aria construită a

clădirii și este compus numai din clădiri pentru mașini ale ascensoarelor, ori spălătorii sau uscătorii ale clădirilor de locuit.

Clădirile foarte înalte sunt clădirile care depășesc 45 m.

Sălile aglomerate se consideră încăperile distincte sau grupurile de încăperi numai cu comunicație directă între ele, în care suprafața ce-i revine unei persoane este mai mică de 4 m² și se pot întruni simultan:

- orice număr de pesoane, în sălile teatrelor dramatice sau muzicale;
- cel puțin 150 persoane în celelalte săli de spectacole, săli de întruniri, încăperi pentru expoziții, cluburi și case de cultură; atunci când sălile respective sunt situate la parter, această limită poate fi 200 persoane;
- cel puțin 200 persoane pentru orice săli cu alte destinații și cel puțin 400 persoane pentru vestiarele din anexele social-administrative ale industriei.

După destinație, sălile aglomerate se clasifică în două categorii (S1 și S2), conform tabelului 2.5.1.

Încăperile cu aglomerări de persoane sunt cele în care se pot afla simultan 50 sau mai multe persoane, fiecăreia dintre ele revenindu-i o arie de pardoseală de maximum 4 m²

Construcțiile se clasifică în următoarele categorii de importanță, în funcție de implicarea vitală a construcțiilor în societate și în natură; gradul de risc sub aspectul siguranței și al sănătății; implicarea funcțională a construcțiilor în domeniul socio-economic, în mediul construit și în natură; destinația, modul de utilizare etc; caracteristici proprii construcțiilor; complexitatea și considerentele economice:

- construcții de importanță excepțională (A);
- construcții de importanță deosebită (B);
- construcții de importanță normală (C);
- construcții de importanță redusă (D).

Categoria de importanță a construcției se stabilește de către proiectant, în conformitate cu prevederile Regulamentului privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor, aprobat prin Hotărârea guvernului nr. 766/1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 352/10.12.1997, cu modificările și completările ulterioare și în conformitate cu metodologia specifică.

Clasele de importanță ale construcțiilor se stabilesc în conformitate cu reglementările tehnice: Cod de proiectare seismică - Partea I - Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P100-1/2006, aprobat cu Ordinul Ministrului Transportului, Construcțiilor și Turismului, nr. 1711 din 19 septembrie 2006 și publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 803 bis din 25 septembrie 2006.

Combustibilitatea materialelor și elementelor de construcții reprezintă capacitatea lor de a se aprinde și a arde în continuare, contribuind la creșterea cantității de căldură dezvoltate de incendiu.

Materialele și elementele de construcții se încadrează (de către laboratoarele autorizate ale INCERC și CSCS - PSI) din punct de vedere al combustibilității în:

- *incombustibile,* cele care sub acțiunea focului sau a temperaturii înalte nu se aprind și nu se carbonizează - clasa C_0;
- *combustibile,* cele care sub acțiunea focului sau a temperaturii înalte se aprind, ard cu flacără sau mocnit, sau se carbonizează.

Materialele combustibile se clasifică în funcție de posibilitățile de a fi aprinse ușor sau greu și de capacitatea lor de a contribui la dezvoltarea incendiului, în 4 clase:

C_1 - practic neinflamabile;
C_2 - dificil inflamabile;
C_3 - mediu inflamabile;
C_4 - ușor inflamabile.

Materialele din clasele C_1 și C_2 sunt considerate greu combustibile.

Elementele de construcții sunt incombustibile sau combustibile, în funcție de caracteristicile materialelor din care sunt executate și modul de alcătuire și distribuire a acestor materiale în structură. Elementele care au în compoziție și mase plastice au un comportament particular la încercările la foc, dificil de asimilat în clase de combustibilitate standardizate.

Clasele de reacție la foc

Reacția la foc reprezintă comportarea unui material care, prin propria sa descompunere, alimentează un foc la care este expus în condiții specificate.

Criteriile de performanță pentru clasificarea produselor pentru construcții și instalații din punct de vedere al reacției la foc, sunt definite și simbolizate în tabelul 2.5.2.

Clasele de reacție la foc sunt expresii cantitative formulate în termeni de performanță pentru modul de comportare al produselor la acțiunea focului, în condiții de utilizare finală, structurate într-o serie de niveluri de performanță.

În sistemul de clasificare European pentru reacția la foc, un produs pentru construcții poate fi încadrat în una din următoarele clase: A_1, A_2, B, C, D, E și F. Aceste simboluri trebuie urmate de indicativele s_1, s_2 sau s_3 și respectiv d_0, d_1 sau d_2. Primul parametru indică emisia fumului iar al doilea producerea de picături la acțiunea unei flăcări pilot:

s_1 - emisie mică de fum;
s_2 - emisie limitată de fum;
s_3 - nu se cer limitări ale emisiei de fum;
d_0 - fără picături/particule arzânde;
d_1 - picături/particule care nu persistă pe durată dată;
d_2 - nu se cer limitări din punct de vedere al particulelor/picăturilor arzânde.

Clasele de reacție la foc pentru produsele pentru construcții cu excepția pardoselilor sunt prezentate în tabelul 2.5.3.

Indicativele asociate claselor de reacție la foc a produselor pentru construcții (exceptând pardoselile, produsele termoizolante pentru tubulatură liniară și cablurile electrice) caracterizează următoarele performanțe:

s_1 - SMOGRA $\leq$ 30 m^2s^{-1} și $TPS_{600s} \leq$ 50 m²,
s_2 - SMOGRA $\leq$ 180 m^2s^{-1} și $TPS_{600s} \leq$ 200 m²,
s_3 - nici s_1 și nici s_2
d_0 - fără picături/particule aprinse conform EN 13823 înainte de 600 sec;
d_1 - fără picături/particule aprinse care persistă mai mult de 10 sec. Conform EN 13823 în 600 sec;
d_2 nici d_1/aprinderea hârtiei de filtru conform EN ISO 11925-2 clasifică produsul în clasa d_2.

Pentru încadrarea în clasele de reacție la foc, se aplică prevederile din Regulamentul privind clasificarea și încadrarea produselor pentru construcții pe baza performanțelor de comportare la foc, aprobat prin Ordinul comun al M.T.C.T. și M.A.I. nr. 1822/394/2004, publicat în Monitorul Ofical al României,

Tabelul 2.5.1. Clasificarea sălilor aglomerate

Categoria sălii aglomerate	Destinația sălii aglomerate
S1	Teatre dramatice și muzicale, săli de spectacole, circuri, expoziții comerciale, muzee cu exponate combustibile, magazine cu mărfuri combustibile
S2	Săli pentru proiecții cinematografice, cantine, săli de lectură, muzee cu exponate incombustibile, expoziții permanente de artă, auditorii, săli de întruniri, de dans, de concert, de sport, de așteptare, de cult etc.

Observație:
Sălile aglomerate a căror destinație nu este cuprinsă în tabel se încadrează prin asimilare, conform normativului de siguranță la foc a construcțiilor.

Tabelul 2.5.2 Criterii de perfomanță pentru reacția la foc

Simbol	Criteriu de performanță
ΔT	creşterea de temperatură
Δm	pierderea de masă
t_r	durata de persistență a flăcării
PCS	puterea calorifică superioară
FIGRA	viteza de dezvoltare a focului
THR_{600s}	căldura totală degajată
LFS	propagarea laterală a flăcărilor
SMOGRA	viteza de emisie a fumului
TSP_{600s}	emisia totală de fum
F_a	propagarea flăcării

Partea I, nr. 90 din 27.01.2005, din reglementările tehnice specifice şi se ține seamă de caracteristicile şi proprietățile fizico-chimice ale materialelor şi substanțelor utilizate la realizarea construcțiilor şi instalațiilor aferente.

Prin Ordinul comun nr. 269/431, publicat în Monitorul Oficial al României nr. 313 din 22.04. 2008, al Ministrului Dezvoltării, Lucrărilor Publice şi Locuințelor şi Ministerului Internelor şi Reformei Administrative, pentru modificarea şi completarea Regulamentului privind clasificarea şi încadrarea produselor pentru construcții pe baza performanțelor de comportare la foc, aprobat prin Ordinul Ministrului Transporturilor, Construcțiilor şi Turismului şi al Ministerului Administrației şi Internelor, nr. 1822/394 din 2004, s-a stabilit modul de înlocuire a claselor de combustibilitate cu clasele de reacție la foc, după cum se prezintă în tabelul 2.5.4.

Rezistența la foc

Rezistența la foc (RF) reprezintă aptitudinea unor părți sau elemente de construcție de a-şi păstra, într-un timp determinat, capacitatea portantă, etanşeitatea la foc şi izolarea termică la foc, conform criteriilor de performanță redate în tabelul 2.5.5.

Capacitatea portantă (Stabilitate la foc) - R - este aptitudinea unui element de construcție de a rezista expunerii la incendiu, pe una sau mai multe fețe, pentru o anumită perioadă de timp, fără a-şi pierde stabilitatea structurală.

Etanşeitatea la foc - E - este aptitudinea unui element de compartimentare, atunci când este expus la foc pe o față, de a împiedica trecerea flăcărilor şi a gazelor pe fața neexpusă, pe o durată determinată, în timpul unei încercări standardizate de rezistență la foc.

Izolarea termică - I - este aptitudinea unui element de construcție de a rezista expunerii la foc, pe o singură parte, fără propagarea incendiului, ca rezultat al unui transfer semnificativ de căldură de la partea expusă la partea neexpusă. Această propagare trebuie limitată astfel încât suprafața neexpusă sau un material din imediata vecinătate a acestei suprafețe să nu fie aprinse. Elementul trebuie să constituie o barieră contra căldurii, astfel încât să protejeze oamenii din apropiere.

Radiația termică - W - constituie criteriul principal opțional şi este aptitudinea unui element de construcție de a rezista expunerii la foc pe o singură parte, astfel încât să reducă probabilitatea propagării incendiului ca rezultat a unei radiații semnificative de căldură, fie prin element, fie de la suprafața neexpusă a elementului la materialele învecinate.

Exprimarea clasei de performanță pentru rezistența la foc

- Clasele de rezistență la foc sunt exprimate prin simboluri literale, perioade de timp (în care se asigură performanța) şi simboluri literale complementare.
- Simbolurile literale reprezintă fiecare un criteriu de apreciere a performanței (R, E, I şi opțional W). De regulă şi după caz, pentru exprimarea claselor de rezistență la foc a produselor pentru construcții se utlizează combinații de simboluri.
- Perioadele în care se asigură performanțele reprezintă duratele de timp în care este îndeplinit criteriul respectiv. Se exprimă în minute şi includ următoarele trepte (module) standardizate: 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360.
- Perioadele de performanță ale unui produs de construcții nu sunt general valabile pentru orice aplicare a produsului, acestea fiind diferențiate în funcție de utilizarea finală a produsului.

După caz, clasele de rezistență la foc ale produselor pentru construcții se completează şi cu simboluri ale criteriilor complementare de apreciere a performanțelor. Aceste simboluri sunt foarte numeroase, unele specifice doar pentru o categorie de produse şi definite în standardul specific. Pot fi menționate:

- **M** - atunci când sunt luate în considerare acțiuni mecanice specifice şi elementul îndeplineşte acest criteriu (de exemplu REI 60-M).
- **S_a** sau **S_{200}** - în cazul elementelor cu limitări specifice pentru debitul de trecere a fumului (etanşeitate la fum)
- **S** - indică un debit de trecere mai mic de 5 $m^3/h/m^2$, pentru conducte de evacuare a fumului, respectiv un debit de trecere mai mic de 200 $m^3/h/m^2$, pentru clapete.
- **C** - autoînchidere în eventualitatea unui incendiu, pentru uşi, clapete şi protecțiile golurilor de trecere a benzilor rulante şi a sistemelor de transport pe şină, cu precizarea clasei respetive. Clasificările C_0 - C_5 sunt definite în EN 14600, în funcție de tipul de utilizare a uşii şi sunt independente de clasificarea conform criteriilor de mai sus.

Exemplu: orice uşă rezistentă la foc cu sistem de închidere va trebui să aibă o marcare de tipul EI_120 - C_2 sau EI_245 - C_5.

- **G** - în cazul coşurilor de fum, proiectate să fie rezistente la incendii de „funingine".
- **K** - simbol utilizat pentru performanța acoperirilor care asigură protecția la foc a produselor pentru o perioadă specificată.

Tabelul 2.5.3 Clase de reacție la foc a produselor pentru construcții (cu excepția pardoselilor, produselor termoizolante pentru tubulatură liniară şi cablurilor electrice)

	A_2-s_1, d_0	A_2-s_1, d_1	A_2-s_1, d_2	B-s_1, d_0	B-s_1, d_1	B-s_1, d_2
	A_2-s_2, d_0	A_2-s_2, d_1	A_2-s_2, d_2	B-s_2, d_0	B-s_2, d_1	B-s_2, d_2
	A_2-s_3, d_0	A_2-s_3, d_1	A_2-s_3, d_2	B-s_3, d_0	B-s_3, d_1	B-s_3, d_2
A_1	C-s_1, d_0	C-s_1, d_1	C-s_1, d_2	D-s_1, d_0	D-s_1, d_1	D-s_1, d_2
	C-s_2, d_0	C-s_2, d_1	C-s_2, d_2	D-s_2, d_0	D-s_2, d_1	D-s_2, d_2
	C-s_3, d_0	C-s_3, d_1	C-s_3, d_2	D-s_3, d_0	D-s_3, d_1	D-s_3, d_2
	E		E-d_2		F	

Tabelul 2.5.4 Înlocuirea claselor de combustibilitate cu clasele de reacție la foc a produselor pentru construcții (exceptând pardoselile, produsele termoizolante pentru tubulatură liniară şi cablurile electrice)

Clasa de combustibilitate	CO (CAI)	CI (CA_{2a})	C2 (CA_{2b})	C_3 (CA_{2c})	C_4 (CA_{2d})
Clasa de reacție la foc	A_1 A_2-s_1, d_0	A_2 = $s_1 \div s_3$, $d_0 \div d_1$ B-$s_1 \div s_3$, $d_0 \div d_1$	c-$s_1 \div s_3$, $d_0 \div d_1$	D-$s_1 \div s_3$, $d_0 \div d_1$	A_2-$s_1 \div s_3$, d_2 B-$s_1 \div s_3$, d_2 C-$s_1 \div s_3$, d_2 D-$s_1 \div s_3$, d_2 E-d_2 F

- **ve** și/sau **ho** - indică faptul că produsul este adecvat pentru o utilizare verticală și/sau orizontală.
- **(i → 0), (0 → i), (i ↔ 0)** - indică faptul că produsul îndeplinește criteriul de expunere la foc dinspre interior, dinspre exterior sau dinspre ambele părți.
- **(a → b), (a ← b), (a ↔ b)** - indică modalitatea de expunere la foc (de deasupra, de dedesubt, din ambele părți) pentru plafoane.
- **F** - simbol utilizat pentru performanța ventilatoarelor electrice ș.a.

Pentru clasificarea produselor de construcții (materiale și elemente), pot fi utilizate numai acele combinații de simboluri literale și perioade de performanță definite în Regulamentul privind clasificarea și încadrarea produselor pentru construcții pe baza performanțelor de comportare la foc, pentru fiecare produs în parte, dacă performanțele sunt confirmate de rezultatele încercărilor efectuate după standardele de metodă prevăzure, în laboratoare acreditate.

Riscul de incendiu

Conform ISO 13943 - Securitatea la incendiu. Vocabular, riscul la incendiu este definit ca probabilitatea de inițiere a unui incendiu într-un proces tehnologic sau într-o situație tehnică date și importanța estimată a pagubelor la apariția incendiului.

Identificarea, evaluarea și controlul riscurilor de incendiu se fac conform metodologiei aprobată prin Ordinul Ministrului Reformei Administrative și Internelor nr. 210/2007.

Managementul riscurilor de incendiu cuprinde parcurgerea următoarelor etape:

a) stabilirea sistemului sau procesului supus evaluării.

În funcție de obiectivele stabilite, identificarea și evaluarea riscului de incendiu pot include un singur sistem/proces, prin evaluarea nivelului intrinsec al riscului pentru sistemul/procesul respectiv sau prin evaluarea mai multor sisteme/procese, prin evaluarea globală a riscului de incendiu, când trebuie avute în vedere: interdependența sistemelor/proceselor, inclusiv a măsurilor de securitate la incendiu active și/sau pasive, efectul propagării incendiilor sau al prăbușirii construcțiilor/instalațiilor, precum și alți factori, cum ar fi vârsta sau starea fizică a utilizatorilor, nivelul de instruire al acestora.

b) stabilirea nivelului de acceptabilitate a riscului.

Nivelul de acceptabilitate a riscului de incendiu sau riscul de incendiu acceptat se stabilește, după caz, pe baza experienței anterioare sau a raționamentelor previzionale, de către:

- autoritățile abilitate să elaboreze și să emită reglementări tehnice în domeniul apărării împotriva incendiilor;
- administratorul și/sau conducătorul instituției, prin strategia de apărare împotriva incendiilor adoptată în interiorul unității sale;
- societățile de asigurare/reasigurare.

c) alegerea metodei și a instrumentelor de lucru

În raport de fazele determinate ale sistemului supus evaluării, care pot fi de proiectare, execuție. exploatare sau postutilizare și de funcțiile acestuia, după caz, civilă, de producție, mixtă, se utilizează următoarele metode:

- calitative;
- matematice - cantitative, semicantitative;
- analitice;
- grafice;
- combinate.

Metodele trebuie avizate de Inspectoratul General pentru Situații de Urgență.

d) identificarea pericolelor de incendiu

Identificarea pericolelor de incendiu reprezintă procesul de apreciere și stabilire a factorilor care pot genera, contribui și/sau favoriza producerea, dezvoltarea și/sau propagarea unui incendiu, și anume:

- clasele de reacție la foc ale materialelor și elemntelor de construcții;
- proprietățile fizico-chimice ale materialelor și substanțelor utilizate, prelucrate, manipulate sau depozitate, natura procesului tehnologic și densitatea sarcinii termice;
- sursele potențiale de aprindere existente;
- condițiile preliminare care pot determina sau favoriza aprinderea și producerea, dezvoltarea și/sau propagarea unui incendiu.

Nivelurile de pericol de incendiu se stabilesc pe zone, spații, încăperi, compartimente de incendiu, clădiri civile, de producție și/sau depozite ori cu funcții mixte, precum și la instalații tehnologice, care se precizează în mod obligatoriu în documentațiile tehnice și în planurile de intervenție la incendiu, potrivit reglementărilor tehnice.

e) identificarea riscurilor

Identificarea riscurilor de incendiu reprezintă procesul de estimare și cuantificare a riscului asociat unui sistem/proces, determinat pe baza probabilității de producere a incendiului și a consecințelor evenimentului respectiv.

Probabilitatea de producere a incendiului se bazează pe date statistice privind incendiile sau modelele matematice, în cazurile în care statistica nu dispune de date suficiente.

Probabilitatea de producere a consecințelor este bazată pe analiza probabilistică și pe modele deterministe privind dezvoltarea incendiului, propagarea efluenților incendiului, evaluarea evacuării utilizatorilor și altele asemenea.

f) estimarea și cuantificarea riscului

La estimarea riscului de incendiu,

Tabelul 2.5.5 Criterii de performanță pentru rezistența la foc

Criterii principale	
Simbol	*Criterii de apreciere a performanței*
R	Capacitate portantă
E	Etanșeitate la foc
I	Izolare termică la foc
W	Radiație termică
Criterii complementare	
Simbol	*Criterii de apreciere a performanței*
M	Acțiune mecanică
C	Închidere automată
S	Etanșeitate la fum
P sau PH	Continuitate în alimentare cu curent electric și/sau trnsmisie de semnal pe durata incendiului
G	Rezistență la ardere a funinginei
K	Capacitatea de protecție la foc a acoperirilor
D	Durata de stabilitate la temperatură constantă
DH	Durata de stabilitate la curba standard temperatură-timp
F	Funcționalitatea ventilatoarelor electrice de fum și gaze fierbinți
B	Funcționalitatea mijloacelor de evacuare naturală a fumului și gazelor fierbinți

respectiv a probabilității de inițiere a unui incendiu și de producere a consecințelor acestuia, se au în vedere, de regulă, următoarele elemente:
- pericolele de incendiu identificate;
- nivelurile criteriilor de performanță ale construcțiilor privind cerința esențială „securitate la incendiu";
- nivelul de echipare și dotare cu sisteme, instalații, echipamente și aparatură de alimentare cu apă, gaze combustibile, energie electrică și termică, de ventilare și climatizare, starea de funcționare și performanțele acestora;
- factorul uman, determinat de numărul de persoane, vârsta și starea fizică ale acestora, nivelul de instruire;
- alte elemente care pot influența producerea, dezvoltarea și/sau propagarea unui incendiu.

Măsurile de apărare împotriva incendiilor, avute în vedere de determinarea riscului de incendiu, sunt cele destinate reducerii, neutralizării și/sau eliminării pericolelor de incendiu, respectiv pentru limitarea, localizarea și/sau lichidarea unui incendiu, în cazul în care acesta s-a produs.

g) evaluarea riscului

Evaluarea riscului de incendiu reprezintă procesul de comparare a riscului de incendiu identificat cu nivelul limită prestabilit, respectiv, riscul de incendiu acceptat.

h) controlul riscului

Controlul riscurilor de incendiu reprezintă ansamblul măsurilor tehnice și organizatorice destinate menținerii sau reducerii riscurilor în limitele de acceptabilitate stabilite.

i) monitorizarea riscului

Monitorizarea riscurilor de incendiu reprezintă ansamblul activităților de fundamentare, elaborare și implementare a unei strategii coerente de prevenire, de limitare și combatere a riscurilor de incendiu, incluzând și procesul de supraveghere a modului de desfășurare a etapelor referitoare la identificarea, evaluarea și controlul riscurilor, de analizare a eficienței măsurilor întreprinse în raport cu rezultatele obținute și de luare a deciziilor care se impun.

j) elaborarea documentației rezultate în urma procesului de identificare, evaluare și control a riscurilor de incendiu.

La clădiri civile (publice) riscul de incendiu este determinat, în principal, de densitatea sarcinii termice (q) stabilită prin calcul (STAS 10903/2) și de destinația clădirii respective.

În funcție de densitatea sarcinii termice, riscul de incendiu în clădiri civile (publice) poate fi:
- mare q_i = peste 840 MJ/m²,
- mijlociu q_i = 420 - 840 ML/m²,
- mic q_i =sub 420 MJ/m².

În funcție de destinație (funcțiune), unele spații și încăperi din clădirile civile (publice), se încadrează în următoarele riscuri de incendiu:
- mare: în care se utilizează, sau depozitează materiale ori substanțe combustibile (arhive, biblioteci, multiplicare, parcaje autoturisme etc);
- mijlociu: în care se utilizează foc deschis (bucătării, centrale termice, oficii cu preparări calde etc);
- mic: celelalte încăperi și spații

În încăperile și spațiile echipate cu instalații automate de stingere a incendiilor, riscurile mari de incendiu pot fi considerate mijlocii, iar riscurile mijlocii pot fi considerate mici. Pe întregul compartiment de incendiu sau clădire, riscul de incendiu considerat va fi cel mai mare care reprezintă minimum 30 % din volumul acestora.

La construcții de producție și/sau depozitare, riscul de incendiu este definit prin categorii de pericol de incendiu, ce exprimă:
- categoriile A și B ($BE_{3a,\ b}$): posibilități de incendiu și explozie volumetrică (risc foarte mare de incendiu);
- categoria C (BE_2): posibilități de incendiu/ardere (risc mare de incendiu);
- categoria D (BE_{1a}): existența focului deschis sub orice formă, în absența substanțelor combustibile (risc mediu de incendiu);
- categoria E (BE_{1b}): existența unor materiale sau substanțe incombustibile în stare rece sau a substanțelor combustibile în stare de umiditate înaintată, pete 80 % (risc mic de incendiu).

Zonele din încăperi, compartimentele, construcțiile de producție și/sau depozite, vor avea definit riscul de incendiu (fiecare în parte) prin una din cele cinci categorii de pericol de incendiu, conform tabelului 2.5.6 în funcție de pericolul de incendiu determinat de proprietățile fizico-chimice ale materialelor și substanțelor utilizate, prelucrate, manipulate sau depozitate - inclusiv utilajele, rafturile, paletele, ambalajele etc.

Categoriile de pericol de incendiu se stabilesc pe zone și încăperi, precum și independent pentru fiecare compartiment de incendiu și construcție în parte, menționându-se obligatoriu în documentația tehnico-economică.

Cea mai periculoasă categorie de pericol de incendiu necompartimentată existentă într-o încăpere (spațiu), compartiment de incendiu sau construcție, de regulă, determină categoria de pericol a acestora, cu următoarele excepții:
- categoriile A și B ($BE_{3a,\ b}$) de pericol de incendiu, al căror volum aferent este mai mic de 5 % din volumul încăperii sau al compartimentului respectiv;
- categoriile C și D (BE_2 și BE_{1a}) de pericol de incendiu, cu un volum aferent mai mic de 10 % din volumul încăperii sau al compartimentului respectiv, fără a depăși o arie de 400 m².

În cazurile exceptate se iau măsuri care să reducă posibilitățile formării concentrației locale cu pericol de explozie și a propagării incendiului spre spațiile învecinate din cadrul încăperii sau a compartimentului respectiv.

În cazul existenței mai multor categorii de pericol de incendiu necompartimentate, situate în puncte distincte ale încăperii sau ale compartimentului, se iau în considerație sumele volumelor aferente și respectiv ale ariilor efective ale fiecărei categorii de pericol. Pentru categoriile C și D (BE_2 și BE_{1a}) de pericol de incendiu însumarea se aplică numai dacă distanța dintre spațiile respective este mai mică de 40 m (măsurată pe orizontală).

Pentru compartimente de incendiu sau construcții, categoria de pericol de incendiu cea mai periculoasă se extinde la întregul volum al acestora, atunci când reprezintă mai mult de 30 % din volumul construit al compartimentului sau construcției.

- **Compartimente de incendiu, pereți antifoc, pereți și planșee rezistente la foc și explozie.**

Compartimentele de incendiu sunt porțiunile de clădire separate prin pereți antifoc sau clădirile independente amplasate și alcătuite astfel încât să nu permită propagarea focului la vecinătăți. Compartimentele de incendiu ale unei construcții se consideră construcții independente din punct de vedere al protecției la acțiunea focului. Toate porțiunile suprapuse ale etajelor unei clădiri fac parte, în general, din același compartiment de incendiu.

Pereții antifoc sunt elemente de construcții verticale alcătuite și dimensionate corespunzător pentru a separa între ele compartimentele de incendiu.

Pereții rezistenți la foc, respectiv planșeele rezistente la foc sunt elemente care se prevăd în interiorul compartimentului de incendiu pentru a întârzia, pe o perioadă de timp dată, propagarea focului.

Pereții și planșeele rezistente la explozie sunt elemente care separă de restul construcției încăperile cu pericol de explozie.

- **Gradul de rezistență la foc** - reprezintă capacitatea globală a construcției sau a compartimentului de incendiu de a răspunde la acțiunea unui incendiu standard, indiferent de destinația sau

funcțiunea acestuia.

Condițiile minime pe care trebuie să la îndeplinească elementele principale ale construcției (compartimentul de incendiu) astfel încât întreaga construcție sau compartiment să poată fi încadrate într-un anumit grad de rezistență la foc, sunt precizate în tabelul 2.5.7.

Toate elementele principale ale construcției, funcție de rolul acestora, trebuie să îndeplinească condițiile minime de combustibilitate și rezistență la foc prevăzute pentru încadrarea în gradul respectiv de rezistență la foc, caracterizând stabilitatea la foc a construcției.

Pentru ca un element al construcției să corepundă la un anumit grad de rezistență la foc, trebuie să îndeplineacă ambele condiții minime (atât cea de combustibilitate cât și cea de rezistență la foc) precizate în tabelul 2.5.7.

Gradul de rezistență la foc a construcției sau al unui compartiment de incendiu este determinat de elementul său cu cea mai defavorabilă încadrare și se precizează obligatoriu în documentația tehnico-economică.

2.5.1.3 Prescripțiile principale de proiectare și realizare a instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor

Instalațiile interioare de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor pot fi constituite din rețele cu hidranți interiori, coloane uscate, instalații automate cu sprinklere sau cu drencere și instalații fixe de stingere cu apă pulverizată.

Echiparea tehnică a clădirilor cu diferite tipuri de instalații de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor se face în funcție de: destinația clădirii (de locuit, social-culturală, industrială etc); mărimea și geometria clădirii (volumul construit și numărul de etaje); numărul de persoane; rezistența și comportarea la foc; riscul de incendiu și categoria de pericol de incendiu, importanța clădirii sau a bunurilor și materialelor adăpostite în clădiri, precum și de alți factori tehnici sau economici.

Tipul instalațiilor și al sistemelor de semnalizare a incendiilor care se adoptă, modul de acționare și de dispunere a lor și dimensionarea acestora trebuie să corespundă caracteristicilor și manifestărilor incendiilor specifice, avându-se în vedere personalul și posibilitățile existente de intervenție, potrivit scenariilor de securitate la incendiu elaborate, în condițiile asigurării fiabilității și eficienței necesare, conform reglementărilor tehnice în vigoare. (Normativul de proiectare, executare și exploatare a instalațiilor de stingere a incendiilor, indicativ NP086-05, STAS 1478, Normele generale PSI etc.

Tabelul 2.5.6. Clasificarea în categorii de pericol de incendiu

Categoria de pericol de incendiu	Caracteristicile substanțelor și ale materialelor ce determină încadrarea	Precizări
A (BE_{3a})	Substanțe a căror aprindere sau explozie poate să aibă loc în urma contactului cu oxigenul din aer, cu apa sau cu alte substanțe ori materiale. Lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor până la 28 °C, gaze sau vapori cu limita inferioară de explozie până la 10 %, atunci când acestea pot forma cu aerul amestecuri explozive.	Nu determină încadrarea în categoriile A și B (BE_{3a} și BE_{3b}) de pericol de incendiu: • folosirea substanțelor solide lichide sau gazoase drept combustibil pentru ardere; • scăpările și degajările de gaze, vapori sau praf, stabilite conform art. 2.1.7., care sunt în cantități ce nu pot forma cu aerul amestecuri explozive.
B (BE_{3b})	Lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor cuprinsă între 28 și 100 °C, gaze sau vapori cu limita inferioară de explozie mai mare de 10 %, atunci când acestea pot forma cu aerul amestecuri explozive. Fibre, praf sau pulberi, care se degajă în stare de suspensie, în cantități ce pot forma cu aerul amestecuri explozive.	În asemenea situații, încadrarea se face în categoria C, D sau E (BE_2, $BE_{1a,b}$), în funcție de densitatea sarcinii termice și de pericolul de incendiu în ansamblu.
C (BE_2)	Substanțe și materiale combustibile solide. Lichide cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor mai mare de 100 °C.	Nu determină încadrarea în categoria C (BE_2) de pericol: • folosirea substanțelor solide, lichide sau gazoase drept combustibili pentru ardere; • utilizarea lichidelor combustibile cu temperatura de inflamabilitate peste 100 °C la comenzi hidraulice, răcire, ungere, filtre și tratamente termice, în cantități de maximum 2 m^3, cu condiția luării unor măsuri locale pentru limitarea incendiului; • folosirea echipamentului electric care conține până la 60 kg ulei pe unitatea de echipament, precum și a fluxurilor de cabluri cu mai puțin de 3,5 kg material combustibil/ml pr flux • materialele și substanțele combustibile din spațiul respectiv, inclusiv cele din utilaje care nu se încadrează la aliniatul 2 sau cele utilizate la transportul ori depozitarea materialelor combustibile, a căror ambalaje, palete sau rafturi combustibile, dacă nu depășesc în totalitate 105 MJ/m^2. În situațiile de mai sus încadrarea se face în funcție de pericolul de incendiu în ansamblu, în categoria D sau E de pericol de incendiu ($BE_{1a,b}$).
D (BE_{1a})	Substanțe sau materiale incombustibile în stare fierbinte, topite sau incandescente, cu degajări de căldură radiantă flăcări sau scântei. Substanțe solide, lichide sau gazoase ce se ard în calitate de combustibil.	
E (BE_{1b})	Substanțe sau materiale incombustibile în stare rece sau materiale combustibile în stare de umiditate înaintată, astfel că posibilitatea aprinderii lor este exclusă.	

Tabelul 2.5.7. Condiții minime pentru încadrarea construcțiilor în grade de rezistență la foc

Tipul elementelor de construcții	Gradul I	Gradul II	Gradul III	Gradul IV	Gradul V	Observații
Stâlpi, coloane, pereți portanți	C_0 (incombustibil) 2 h 30 min	C_3 (incombustibil) 2 h	C_0 (incombustibil) 1h 30 min	C_3 (greu combustibil) 30 min	C) (combustibil) -	În clădiri parter de gradul V se admite C_4
Stâlpi, coloane, pereți portanți la ultimul nivel	C_0 (incombustibil) 1 h 30 min (1 h)	C_0 (incombustibil) 1 h (45 min)	C_0 (incombustibil) 45 min (30 min)	C_2 (greu combustibil) 30 min	C_4 (combustibil) -	
Pereți interiori neportanți	(incombustibil) 30 min	(incombustibil) 15 min	(greu combustibil) 15 min	(greu combustibil) 15 min	(combustibil) -	În clădiri industriale și agrozootehnice parter, limita de rezistență la foc nu se normează
Pereți exteriori neportanți	C_0 (incombustibil) 15 min	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_3 (combustibil) 15 min	C_4 (combustibil) -	
Grinzi, planșee, nervuri, acoperișuri terasă	C_0 (incombustibil) 1 h	C_0 (incombustibil) 45 min (30 min)	C_0 (greu combustibil) 45 min (30 min)	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_4 (combustibil) -	
Grinzi și planșee peste subsol	C_0 (incombustibil) 1 h 30 min	C_0 (incombustibil) 1 h	C_0 (incombustibil) 1 h	C_2 (greu combustibil) 30 min	C_3 (combustibil) -	În clădirile parter de gradul V se admite C_4
Acoperișuri autoportante fără pod (inclusiv contravântuiri), șarpanta acoperișurilor fără pod, construcții aerostatice	C_0 (incombustibil) 45 min (30 min)	C_1 (greu combustibil) 30 min (15 min)	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_3 (combustibil) -	C_4 (combustibil) -	La clădirile de gradul III cu săli aglomerate, limita de rezistență la foc va fi de minimum 30 min. În clădiri cu pericol de explozie, limita de rezistență la foc a elementelor incombustibile nu se normează
Panouri de învelitoare și suportul continuu al învelitorii combustibile	C_0 (incombustibil) 15 min	C_1 (greu combustibil) 15 min	C_2 (greu combustibil) 15 min	C_3 (combustibil) -	C_4 (combustibil) -	

În compartimentele de incendiu ale clădirilor în care sarcina termică nu depășește 200 Mcal/m² (840 MJ/m²) (cu excepția clădirilor înalte, a celor cu săli aglomerate, care adăpostesc persoane care nu se pot evacua singure, sau cu echipament de importanță deosebită) se pot aplica valorile din paranteză.

2.5.2 Materiale și echipamente specifice instalațiilor de alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor

2.5.2.1 Detectoare de incendiu

Detectoarele de incendiu (fig. 2.5.1), sunt elemente traductoare în sistemul automat de detectare, semnalizare și acționare a instalațiilor de stingere a incendiilor.

Detectoarele de incendiu se clasifică, din punct de vedere constructiv și funcțional, în două grupe detectoare: convenționale și adresabile.

Ele trebuie să fie compatibile cu centralele de detectare și semnalizare a incendiilor.

În general, detectoarele se compun dintr-o carcasă demontabilă, executată, de regulă, din material plastic alb, care nu întreține arderea și sunt protejate la pătrunderea prafului și a insectelor, putând fi curățate la interior. Componentele traductoare depind de tipul detectorului.

- **Detectoare convenționale**

Din această grupă fac parte detectoarele:

- de fum cu cameră de ionizare: detecția fumului se face atât pentru foc cu flacără, cât și pentru ardere mocnită; detectorul este deosebit de stabil, capabil să suporte rafale de vânt de până la 12,5 m/s și curenți de aer continui de 6 m/s fără a genera alarme false;
- de fum, fotoelectrice: conține un circuit de eșantionare și memorare, prelucrează semnalul și reduce alarmele false;
- duale, de fum și temperatură, fotoelectrice;
- de temperatură fixă: conțin un circuit de detecție dual, un termistor și declanșează alarma, de regulă, la temperatura de 80 °C;
- de gradient de temperatură: detectează creșterea bruscă a temperaturii prin intermediul unui element static reglat la temperatura de 60 °C;



Fig. 2.5.1. Detector de incendiu.

- de fum, fotoelectrice, cu ieșire pe releu: se pot cupla atât pe centralele de protecție la incendiu, cât și la efracție.

• **Detectoare adresabile**

Sunt detectoare inteligente, care folosesc o combinație de tehnici digitale și analogice de semnalizare, oferind un plus de fiabilitate și flexibilitate sistemului. Sunt ușor de instalat, protejate la pătrunderea prafului și a insectelor și permit curățarea la interior, carcasa fiind demontabilă. Raportează analogic nivelul fumului către centrala de detecție.

Principalele tipuri de detectoare adresabile sunt următoarele:

- *detectoare de fum;*
  • cu cameră de ionizare;
  • fotoelectrice;
  • cu fascicul proiectat, compus dintr-un emițător, care proiectează un fascicul de radiații infraroșii către un receptor aflat la distanța maximă de 100 m. Pătrunderea fumului în spațiul dintre emițător și receptor reduce intensitatea spotului monitorizat și alarma este declanșată când fumul ajunge la nivelul prestabilit. Detectorul este dotat cu un microprocesor și, odată instalat, se autocalibrează, iar riscul alarmelor false este redus de autocompensarea internă, necesară din cauza prafului care se depune în timp pe lentile. Obstrucționarea completă a fasciculului de radiații cu un obiect solid, generează un semnal de defecțiune și nu de alarmă;
- *monitoare de incendiu*, analogice, adresabile care pot fi: cu cameră de ionizare; optice; de temperatură etc.

• **Detectoare combinate**

Sunt detectoare care înglobează mai multe principii de detecție, printr-un microprocesor, iar semnalul de incendiu este intercondiționat.

• **Detectoare independente**

Se utilizează separat, având sursă de energie și semnalizare proprie.

• **Analizoare de gaze de ardere**

Sunt aparate care detectează produsele de bază ale combustiei (ex. CO_2), analizează concentrația lor și semnalizează în caz de incendiu.

2.5.2.2 Centralele de detecție și semnalizare a incendiilor

• **Centrală analogică adresabilă, pentru detectarea și semnalizarea incendiilor** are, pe o singură buclă, o capacitate totală de 210 puncte individuale adresabile și anume: 99 de adrese pentru detectoare, 99 de adrese pentru diverse module de control și de interfață, 4 circuite de avertizare acustică și 8 relee programabile. În cazul în care sistemul se întinde pe o suprafață foarte mare și accesul la unitatea centrală nu se poate face în timp util pentru a afla care detector a declanșat alarma, informațiile furnizate de centrală pot fi vizualizate pe panouri repetoare, cu afișare cu cristale lichide (LCD). Aceste panouri pot fi montate la distanțe de până la 2.000 m de unitatea centrală.

• **Centrală convențională, cu două zone pentru detectarea și semnalizarea incendiului** (tip MINICAE, NOTIFIER): intervenția unui detector declanșează semnalul de prealarmare, care poate fi dezactivat manual sau resetat. În cazul persistenței cauzei semnalului de prealarmare, intervenția unui al doilea detector pe aceeași zonă, declanșează alarma, care este memorată.

• **Sistem interactiv multisenzor-multicriteriu, de detecție a incendiilor** folosește tehnici moderne de analiză de semnale (primite de la detectoare optice de fum și de temperatură) prin rețele neuronale și logică fuzzy, având un software specializat.

• **Sistem cu inteligență distribuită, pentru detectarea și semnalizarea incendiilor** cuprinde nivelurile de:

- achiziție, compus din 5 centrale locale, fiecare având o capacitate de adresare de 200 de puncte de alarmare (200 de detectoare) și indicarea la centrală și la calculatorul de proces a fiecăruia dintre aceștia;
- evaluare: dispeceratul recepționează și decodifică semnalizările și le transmite la calculatorul de proces pe cale serială;
- operare: software-ul de aplicație afișează schemele grafice de ansamblu și de detaliu ale zonelor protejate și starea fiecărui detector;
- detecție și semnalizare precum și de afișare și conectare la imprimantă.

La centralele de semnalizare se pot conecta și aparate de stins incendiu.

Centralele de detectare și semnalizare a incendiilor îndeplinesc și funcția de alarmare în vederea alertării forțelor de intervenție, prin conectarea acestora la serviciile mobile de pompieri.

2.5.2.3 Hidranți interiori și echipamente de serviciu

• **Hidranți interiori pentru combaterea incendiilor**

Hidrantul interior pentru clădiri (STAS 2501, fig. 2.5.2) este un robinet de colț, cu ventil, prevăzut la intrare cu filet exterior pentru racordarea cu o țeavă din oțel de 2", iar la ieșire cu filet exterior pentru înșurubarea unui racord fix (STAS 701), la care se racordează furtunul cu țeava de refulare.

Numeroase firme din străinătate (Italia, Anglia etc.) produc o gamă largă de tipo-dimensiuni de robinete de hidranți interiori și anume: robinet de hidrant de 45° (fig. 2.5.3 a) cu d_n /D_n de 2"/1", 2$^{1/2}$"/2", 2$^{1/2}$"/2$^{1/2}$", 2"/2"; robinet de hidrant la 180° cu d_n /D_n de 1"/1", 1$^{1/4}$"/1$^{1/4}$", 1$^{1/4}$"/1$^{1/2}$", 2"/2" (fig. 2.5.3 b) etc.

• **Țevi de refulare**

Pot fi: de mână, simple (STAS 6264, fig. 2.5.4), executate în trei variante, cu dimensiunile redate în tabelul 2.5.8. și tip C de mână, cu robinete (STAS 6782, fig. 2.5.5) executate în două variante, cu dimensiunile redate în tabelul 2.5.9.

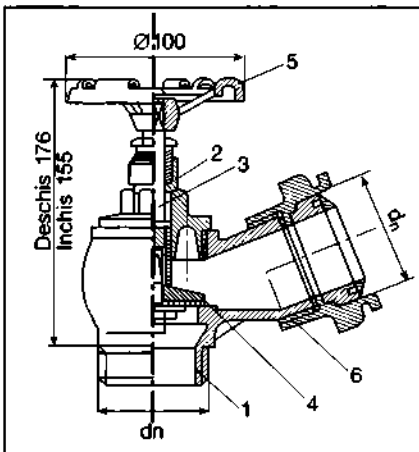


Fig. 2.5.2. Hidrant interior pentru clădiri:
1 - corp hidrant; 2 - cap hidrant; 3 - tijă; 4 - ventil; 5 - roată de manevră; 6 - racord fix C STAS 901.

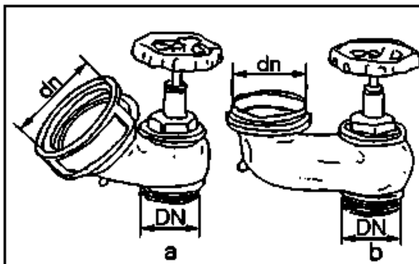


Fig. 2.5.3. Hidranți interiori pentru stingerea incendiilor produși în străinătate:
a - robinet de hidrant la 45°;
b - idem, la 180°.

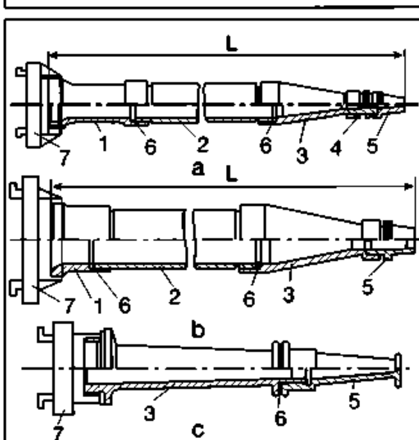


Fig. 2.5.4. Țevi de refulare de mână, simple:
a - varianta I; b - varianta II; c - varianta III;
1 - tub de racordare; 2 - tub mâner; 3 - ajutaj de bază mâner; 4 - ajutaj intermediar; 5 - ajutaj final; 6 - garnitură; 7 - racord fix.

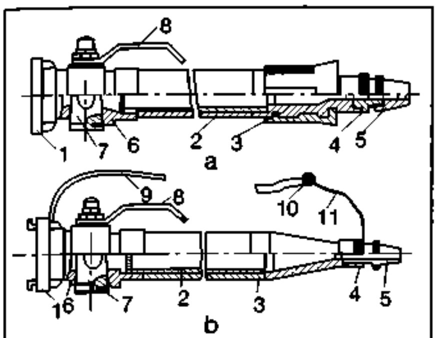


Fig. 2.5.5. Țevi de refulare de mână, cu robinet cu perdea de protecție (tip C):
a - varianta I; b - varianta II;
1 - racord fix C (STAS 701); 2 - tub mâner; 3 - ajutaj de bază; 4 - ajutaj intermediar; 5 - ajutaj final; 6 - corpul robinetului; 7 - cepul robinetului; 8 - cheia robinetului; 9 - chingă; 10 - cataramă; 11 - curea.

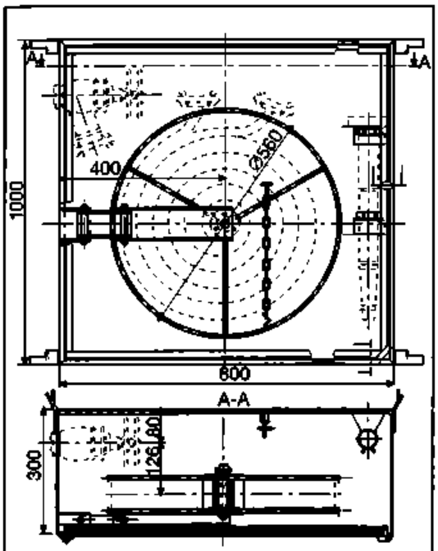


Fig. 2.5.6. Cutie metalică tip I, pentru hidrant interior, de amplasat pe perete.

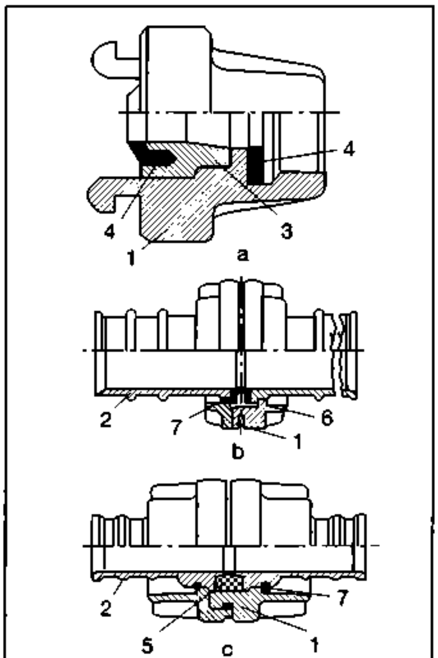


Fig. 2.5.7. Racorduri pentru hidranți interiori:
a - fix; b - de aspirație; c - de refulare;
1 - corp; 2 - țeavă; 3 - port garnitură; 4 - garnitură de aspirație sau refulare; 5 - garnitură de refulare; 6 - garnitură de aspirație; 7 - inel de etanșare.

- **Furtunul de refulare**

Hidranții interiori de incendiu se dotează cu furtun tip C (ϕ 50 mm) sau tip B (ϕ 75 mm) de 20 m lungime, cu excepția sălilor de spectacol unde furtunul are lungimea de 10 m.

Firmele străine produc furtunuri de refulare cu diametre nominale de 25, 38, 45, 52, 63, 70, 80, 100, 125 și 150 mm și cu lungimi variabile, pentru presiuni ale apei de 6, 10, 12, 15, 18 și 20 bar. Furtunul poate fi din cânepă, fibre sintetice sau cauciuc și se așează în cutie sub formă de rolă sau panglică.

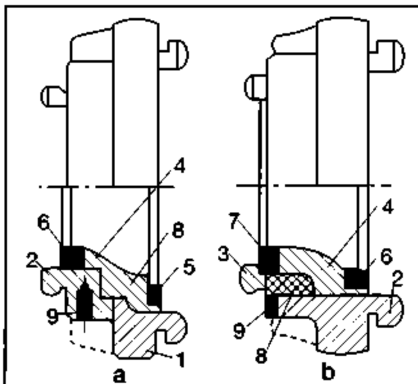


Fig. 2.5.8. Reducții de racorduri:
a - tip A; b - tip B;
1 - corp racord A; 2 - idem, B; 3 - idem, C; 4 - reducție; 5 - garnitură de aspirație A; 6 - garnitură de refulare B; 7 - garnitură de refulare C; 8 - inel; 9 - șurub de fixare fără cap.

- **Cutii metalice pentru hidranții interiori**

Hidrantul împreună cu echipamentul de serviciu (furtunul și țeava de refulare) se montează în cutii metalice (STAS 3081, fig. 2.5.6), amplasate în nișe sau firide în zidărie, la înălțimea de 1,35 ÷ 1,50 m de la pardoseală. Cutiile pot fi fixate aparent, direct pe perete sau stâlpi. Cutiile se prevăd cu posibilități de scurgere a apei.

- **Racorduri, reducții și accesorii pentru hidranți interiori**

Racordurile (produse de firma FEPA Bârlad) pot fi:
- fixe (fig.2.5.7 a) executate în 4 mărimi, în funcție de diametrul de trecere de 18, 45, 65, 100 mm;
- de absorbție (fig.2.5.7 b), executate în 3 mărimi, cu diametre de 18, 62, 96 mm;
- de refulare (fig. 2.5.7 c) executate în 4 mărimi, cu diametre de 18, 45, 65 și 100 mm.

Reducțiile de racorduri (fig.2.5.8) sunt utilizate la îmbinarea tuburilor de refulare. Pentru etanșarea racordurilor se folosesc garnituri din cauciuc.

Pentru asamblarea rapidă a motopompelor la instalația de alimentare cu apă a hidranților interiori, se folosesc grupuri de racorduri cu robinete, pentru montare orizontală sau verticală. Dimensiunile variază în funcție de numărul de hidranți (1, 2, 3 sau 4 hidranți) și de diametrul nominal D_n de la 2 la 4". Pentru divizarea curentului de apă se folosesc distribuitoare, care sunt grupuri de racorduri cu bifurcație sau trifurcație pentru diametre de la 25 la 70 mm.

De mare utilitate pentru personalul operativ (pompieri) este dispozitivul pentru înfășurarea rapidă a furtunului de refulare.

Tabelul 2.5.8. Dimensiunile țevilor de refulare de mână, simple (STAS 6264)

Varianta	Mărimea țevii		Mărimea racordului	Lungimea totală L [mm]	Diametrul de ieșire a ajutajelor [mm] ajutajul de bază	ajutajul intermediar	ajutajul final	Masa [kg]
I	G	8	C	465	12	10	8	1,200
	B	12	B	430	20		12	
B	14	B	430	20	-	14	1,750	
B	16	B	430	20	-	16		
II	B	18	B	430	20	-	18	
C	12	C	445	20	-	12		
C	14	C	445	20	-	14	0,960	
C	16	C	445	20	-	16		
C	18	C	445	20	-	18		
III	D	4	D	200	12	-	4	0,170

Tabelul 2.5.9. Dimensiunile țevilor de refulare tip C (STAS 6782)

Varianta	Mărimea țevii	Mărimea racordului	Lungimea totală L[mm]	Diametrul de ieșire [mm] ajutajul de bază	ajutajul intermed.	ajutajul final	Masa [kg]
I	12	C	500	20	16	12	0,98
II	8	C	485	12	10	8	
	14	C	490	18	16	14	1,2

2.5.2.4 Sprinklere

Sunt dispozitive care au o dublă funcție: de detector de incendiu și de dispersare a jetului de apă sub formă de picături pe suprafață protejată împotriva incendiului.

• **Tipuri constructive de sprinklere.**

Sprinklerul este compus din trei elemente principale:
- corpul sprinklerului, prevăzut cu filet exterior pentru montare la rețeaua de conducte și un ajutaj interior, pentru debitarea apei, prevăzut cu scaun de etanșare;
- deflectorul, alcătuit dintr-o piesă de formă specială (rozetă, paletă etc.), fixată de corp, printr-un braț sau un cadru, la o distanță anumită în fața orificiului de refulare a apei. Rolul deflectorului este de a dispersa, în picături de o anumită mărime medie, jetul de apă care iese din ajutaj și de a-l distribui astfel încât suprafața aferentă, protejată de sprinkler, să fie udată cât mai uniform. Forma geometrică a deflectorului și natura materialului au un rol determinant în eficiența sprinklerelor.
- dispozitivul de închidere compus dintr-un ventil care este ținut presat pe scaunul de etanșare a orificiului de refulare a apei de către un element de declanșare.

Diferitele tipuri constructive de sprinklere se deosebesc după modul de deschidere a orificiului de evacuare a apei și anume: prin topirea unui aliaj ușor fuzibil (sprinkler cu element fuzibil); prin topirea unei compoziții chimice ușor fuzibile care susține suportul supapei de închidere; prin spargerea unui tub (fiole) de sticlă (bulb) datorită dilatării unui lichid aflat în interiorul său, când crește temperatura mediului incendiat etc.

Tipuri de sprinklere care pot fi proiectate, comercializate și utilizate conform reglementărilor europene sunt specificate în SR EN 12259-1. Aceste tipuri de sprinklere trebuie să aibă marcaj CE.

Sprinklerele cu element fuzibil (fig. 2.5.9) au diametrele orificiilor de 12,7 mm (tip standard), respectiv 10,5; 12,0;

Tabelul 2.5.10. Valorile temperaturilor de declanșare a sprinklerelor cu elemente fuzibile în funcție de temperaturile mediului ambiant

Trepte ale temperaturii de declanșare, [°C]	Limitele temperaturii mediului ambiant în care se pot monta capetele de sprinklere, [°C]	
	Minimă	Maximă
72	-5[1)]	38
93	-5[1)]	60
141	+5	100
182	+5	140

[1)] Temperatura minimă -5 °C este specifică numai instalațiilor de sprinklere în sistem aer - apă

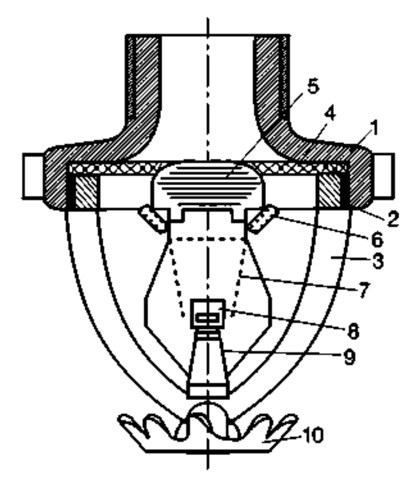


Fig. 2.5.9. Sprinkler cu element fuzibil: 1 - corpul din bronz al sprinklerului; 2 - inel din bronz; 3 - cadru de susținere; 4 - diafragmă; 5 - ventil; 6 - închizător; 7; 8; 9 - plăcuțe din aliaj ușor fuzibil; 10 - rozetă (deflector).

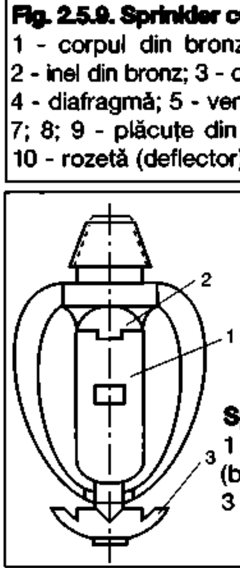


Fig. 2.5.10. Sprinkler cu bulb: 1 - fiolă din sticlă (bulb); 2 - ventil; 3 - rozetă (deflector).

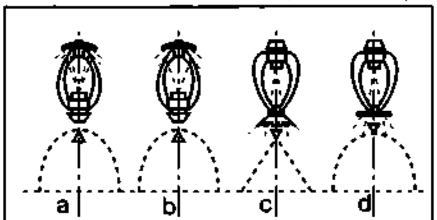


Fig. 2.5.11. Secțiuni verticale prin jeturile de apă ale diferitelor tipuri de sprinklere: *a - cu deflector zimțat; b - cu deflector concav; c - cu deflector conic; d - cu deflector în formă de disc plan, prevăzut cu fante pe direcția radială.*

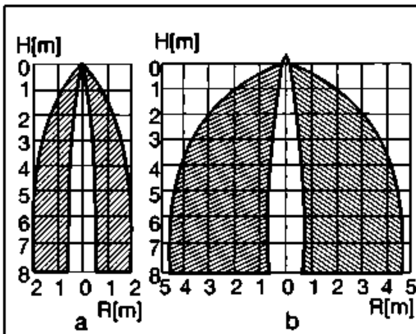


Fig. 2.5.12. Formele geometrice ale jetului de apă pentru sprinkler cu diametrul de 10, 5 mm: *a - la presiuni de 0,5 - 1,5 bar la orificiul de stropire; b - la presiuni de 2 - 4,5 bar la orificiul de stropire.*

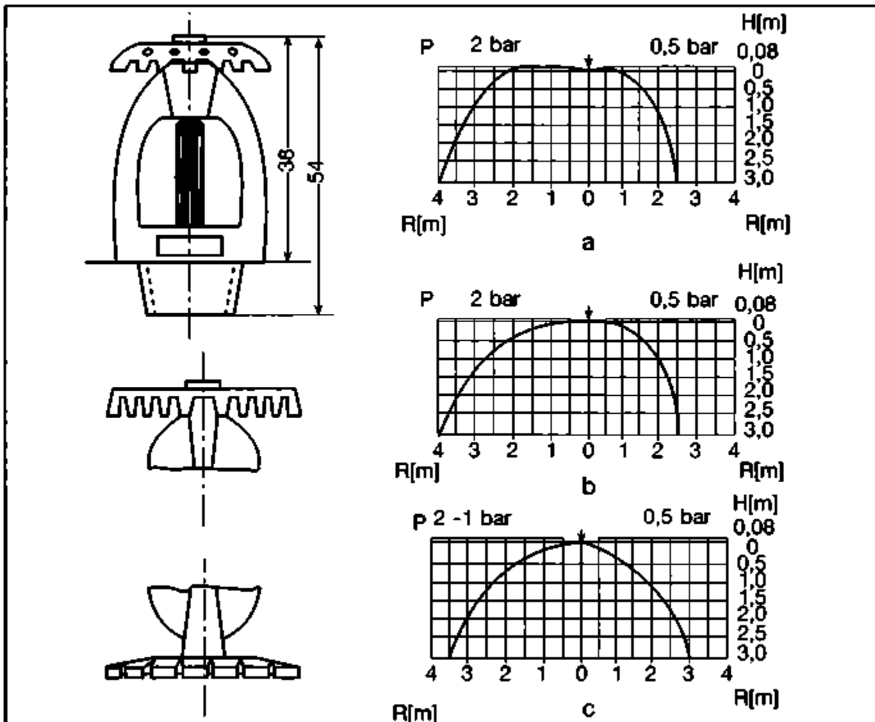


Fig. 2.5.13. Sprinklere cu declanșare normală.

12,5 și 14,0 mm și funcționează în modul următor: la atingerea unei anumite temperaturi (produsă de incendiu) numită temperatură nominală, lipiturile se topesc și cele trei plăcuțe 7, 8 și 9 se desfac. Alcătuind un sistem de pârghii instabil, ele sunt expulzate împreună cu celelalte componente ale dispozitivului de închidere, sub acțiunea forței exercitate de membrana elastică. Topirea aliajului ușor fuzibil trebuie să se facă rapid și concomitent, astfel ca dispozitivul să cedeze brusc, piesele lui fiind aruncate energic în exterior pentru a nu influența curgerea și dispersarea corectă a apei. În cazul în care această condiție esențială nu ar fi îndeplinită, apa ce s-ar scurge pe aliajul ușor fuzibil la pierderea de etanșeitate ar întârzia sau chiar ar împiedica declanșarea sprinklerului. Odată eliberată secțiunea de trecere a apei prin orificiul sprinklerului, jetul format la impactul cu rozeta este dispersat sub formă de picături pe suprafața incendiată.

Sprinklerul cu fiolă de sticlă (fig. 2.5.10) are orificiul de ieșire a apei închis de o fiolă de sticlă, umplută aproape complet cu un lichid care trebuie să aibă coeficientul de dilatare volumică mare la temperaturi ridicate, căldura specifică mică și temperatura joasă de congelare. În caz de incendiu, lichidul, încălzindu-se, se dilată și la temperatura nominală sparge bulbul. Sub acțiunea presiunii, ventilul sare și apa este proiectată sub formă de jet dispersat în picături, ca urmare a impactului cu deflectorul (rozeta) sprinklerului.

Sprinklerul cu bulb de cuarț funcționează asemănător cu cel cu bulb din sticlă.

• Temperatura de declanșare a sprinklerelor

Este temperatura la care ajunge mediul ambiant datorită incendiului și la care dispozitivul de blocare (aliajul fuzibil) al sprinklerului se desface și permite curgerea apei prin orificiul acestuia.

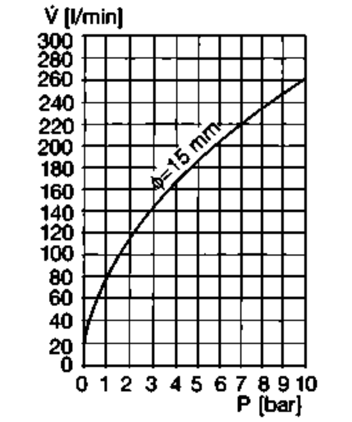


Fig. 2.5.14. Curba caracteristică debit - presiune pentru sprinklere cu declanșare normală.

În tabelul 2.5.10. sunt indicate valorile temperaturilor de declanșare a sprinklerelor tip INOX.

Instalațiile cu sprinklere amplasate în încăperi în care temperatura poate să scadă sub +5 °C, se proiectează în sistemul aer-apă, porțiunile din instalație amplasate în încăperi cu pericol de îngheț fiind pline cu aer comprimat.

• Forma geometrică a jetului de apă dispersată

În fig. 2.5.11 se prezintă secțiunile verticale prin jeturile de apă ale diferitelor tipuri de sprinklere.

Caracteristicile jeturilor de apă dispersată se determină experimental.

În fig. 2.5.12. se prezintă formele geometrice ale jetului de apă dispersată pentru sprinklerul cu diametrul orificiului de 10,5 mm în funcție de presiunea apei în secțiunea orificiului.

Numeroase firme străine produc sprinklere într-o gamă largă de tipodimensiuni, dintre care se exemplifică:

- sprinklerul cu declanșare normală (fig. 2.5.13), având încorporat un bulb de sticlă de 5 mm diametru, cu element sensibil la căldură, care declanșează la temperaturi de 57, 68, 79, 93 și 114 °C, cu lungimea corpului de 38 mm, și cu lungimea totală, inclusiv racordul, de 54 mm are diametrul orificiului de 15 mm, pentru care sunt atașate diagramele de stropire (fig. 2.5.13) și curba caracteristică debit-presiune (fig. 2.5.14).

- sprinklerul cu acțiune de stingere rapidă și răspuns rapid (fig. 2.5.15) având cerințele de funcționare și metodele de încercare prevăzute în standardul ISO 6182-7 - Requirements and test methods for early suppression fast response (EFRS), precum și precizări similare date în NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Sistems. Sprinklerele EFSR se montează, de regulă, în depozite, în mod special

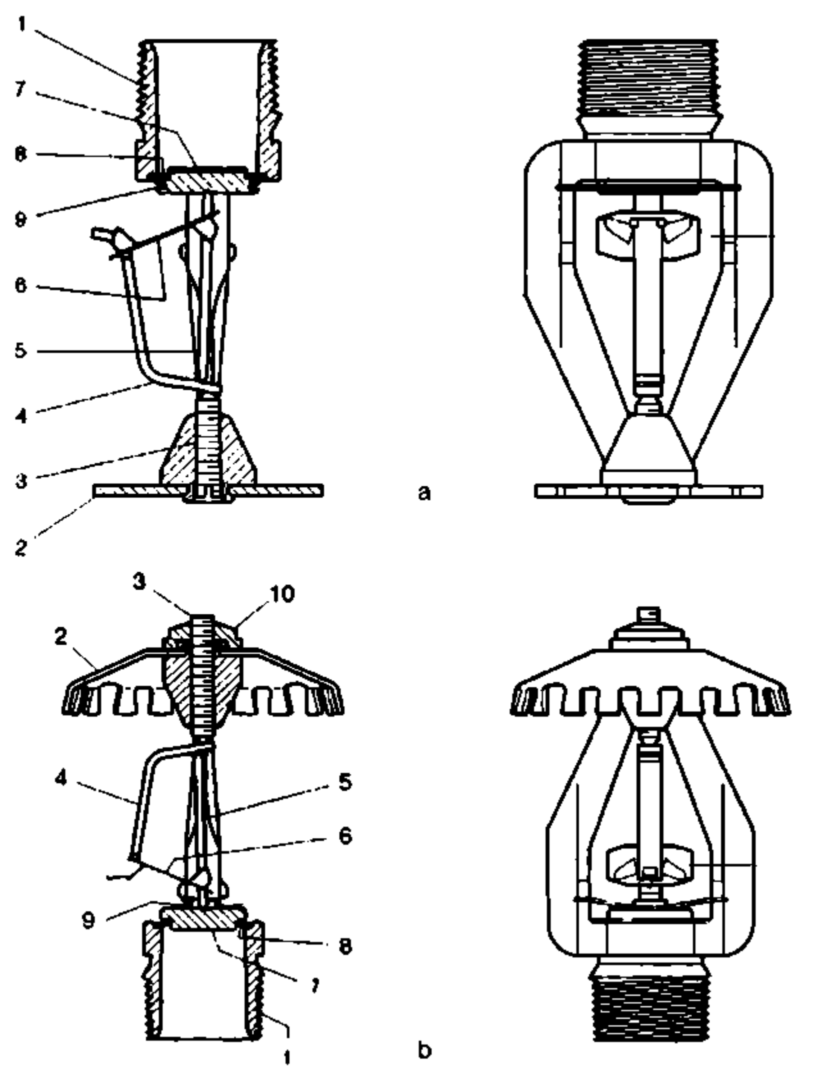


Fig. 2.5.15 Sprinklere cu acțiune de stingere rapidă și răspuns rapid (EFSR):
a - cu deflector plat, îndreptat în jos; b - cu deflector concav, îndreptat în sus;
1 - corpul sprinklerului; 2 - deflector; 3 - element de compresie;
4, 5 și 6 - elemente fuzibile; 7 - declanșator;
8 - element component de declanșare; 9 - duza.

pentru a înlocui sprinklerele de raft. Acest tip este proiectat în primul rând pentru folosirea sub tavan, fără nici un sprinkler în raft, pentru o protecție superioară a mărfurilor depozitate.

2.5.2.5 Drencere

Drencerele (fig. 2.5.16) sunt dispozitive asemănătoare cu sprinklerele, cu deosebirea că nu au dispozitive de închidere, având orificiul permanent deschis.

Drencerele fabricate în țară au diametrele orificiilor de: 8,0; 10,0; 10,5; 12,5 și 14,0 mm, iar drencerul pentru perdea de apă are diametrul de 12,5 mm.

2.5.2.6 Aparate de control și semnalizare (ACS)

- **Aparate tip apă-apă**

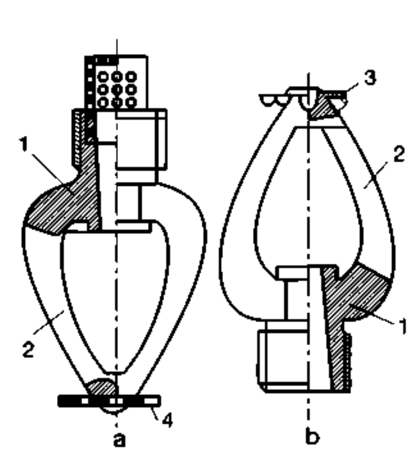


Fig. 2.5.16. Drencere:
a - cu rozetă dreaptă și filtru pentru montare cu capul în jos; b - cu rozetă cu zimți îndoiți pentru montare cu capul în sus;
1 - corpul drencerului; 2 - cadru de susținere; 3 - rozetă plată; 4 - rozetă cu zimți.

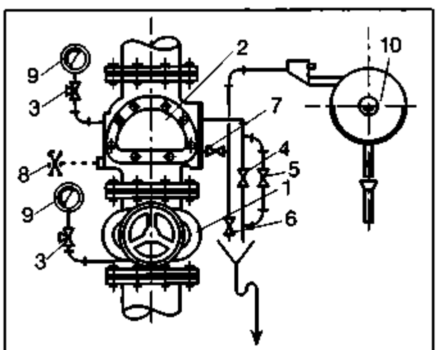


Fig. 2.5.17. Stație centrală de control și semnalizare, tip apă-apă:
1 - robinet principal de închidere; 2 - supapă de alarmă și semnalizare; 3 - robinet cu 3 căi; 4 - robinet cu ventil; 5 - robinet de încercare al sistemului de semnalizare; 6 - dispozitiv de picurare; 7 - robinet de semnalizare; 8 - traductor cu semnalizare electrică; 9 - manometru; 10 - turbină.

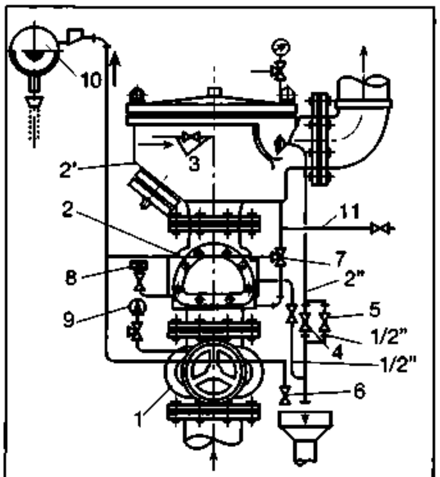


Fig. 2.5.18. Stația centrală de control și semnalizare tip aer - apă:
1 - robinet principal de închidere; 2 - supapă tip apă-apă; 2' - supapă tip aer - apă; 3 - robinet de reținere și robinet de trecere pe conducte de aer; 4 - robinet de golire; 5 - robinet de testare a semnalizării; 6 - dispozitiv de picurare; 7 - robinetul sistemului de semnalizare; 8 - traductor cu semnalizare electrică; 9 - manometru; 10 - turbină; 11 - conducte spre accelerator.

Se folosesc în instalațiile cu sprinklere din clădirile în care nu există pericol de îngheț. Se fabrică cu diametre de 100, 150 sau 200 mm. În fig. 2.5.17 se prezintă un ACS tip apă-apă produs de I. M. BACĂU.

- **Aparate tip aer-apă**

Se folosesc în instalațiile cu sprinklere din clădirile în care temperatura în spațiile în care sunt montate sprinklerele poate să scadă mult sub 0 °C. Se fabrică cu diametre de 100, 150 și 200 mm. Sunt prevăzute cu accelerator de evacuare a aerului. În fig. 2.5.18 se prezintă un ACS tip aer-apă produs de I. M. Bacău.

- **Aparate tip apă-apă inseriată cu ACS tip aer-apă**

Reprezintă o soluție alternativă pentru instalațiile mixte cu sprinklere în sistem apă-apă și aer-apă.

2.5.2.7 Pulverizatoare

Pulverizatoarele de apă cu deflector conic (fig. 2.5.19 a), se execută cu diametrul orificiului de 6; 7; 8; 10 și 12 mm și au determinate, experimental, diagrama de pulverizare (fig. 2.5.19 b) și curba caracteristică debit-presiune (fig. 2.5.19 c).

Pulverizatorul tip „ER" (fig. 2.5.20) are diametrul orificiului de 7 mm și este prevăzut cu un filtru sită cu orificii de 3 mm, iar la exterior are filet de 1" pentru montare prin înșurubare la rețeaua de conducte. Jetul pulverizat are formă conică (fig. 2.5.20 b). În fig. 2.5.20 c se prezintă curba caracteristică debit-presiune.

Pulverizatorul ϕ 14 mm (fig. 2.5.21) are diametrul orificiului de refulare de 14 mm și este prevăzut cu filet exterior de 1".

2.5.2.8 Țevi, fitinguri și armături

Coloanele de alimentare cu apă a hidranților interiori se execută cu țevi din oțel zincat, cu diametrul constant de 2".

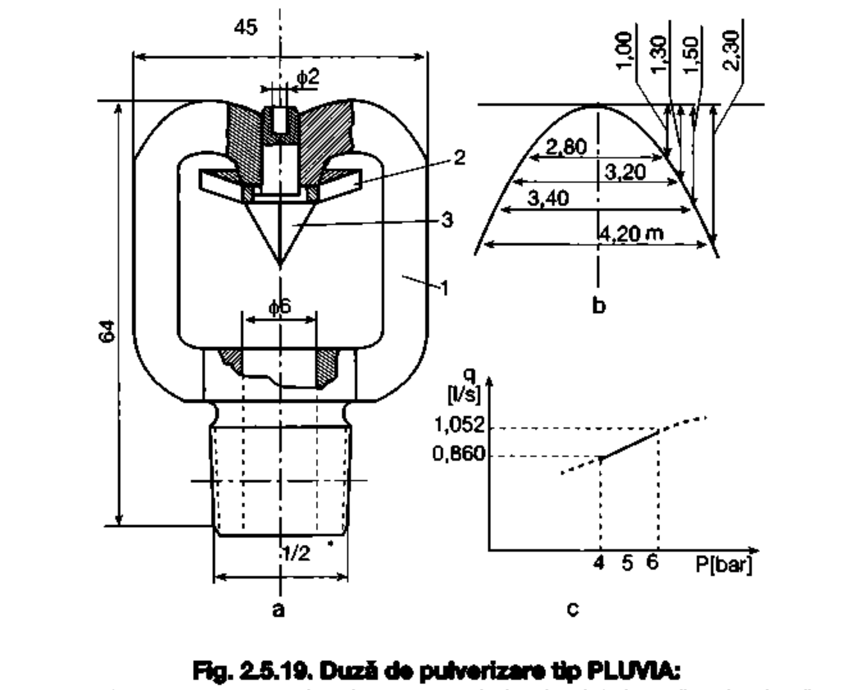


Fig. 2.5.19. Duză de pulverizare tip PLUVIA:
a - elemente constructive; b - caracteristica jetului de apă pulverizată; c - caracteristica debit - presiune, pentru duza de pulverizare PLUVIA, PG;
1 - corpul duzei; 2 - deflector; 3 - con.

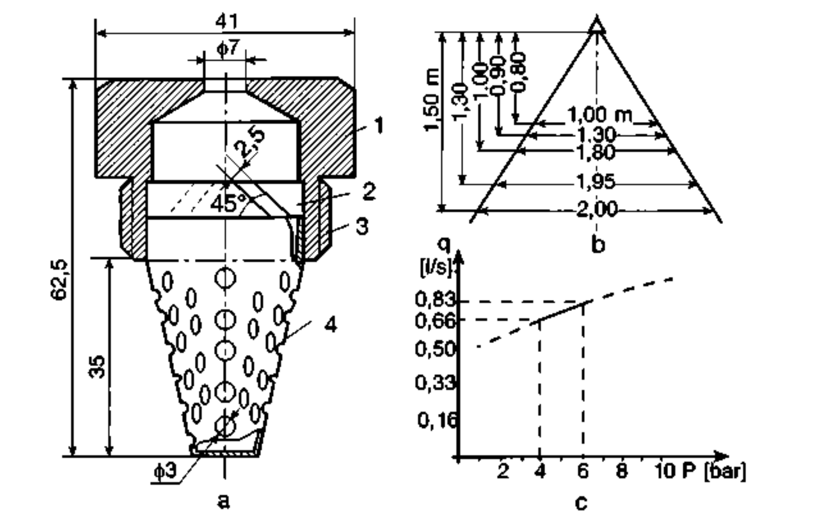


Fig. 2.5.20. Duza de pulverizare tip ER (Ø 7 mm):
a - elemente constructive; b - caracteristica jetului de apă pulverizată; c - caracteristica debit - presiune;
1 - corpul duzei; 2 - pastile de rotire; 3 - filet; 4 - filtru (sită).

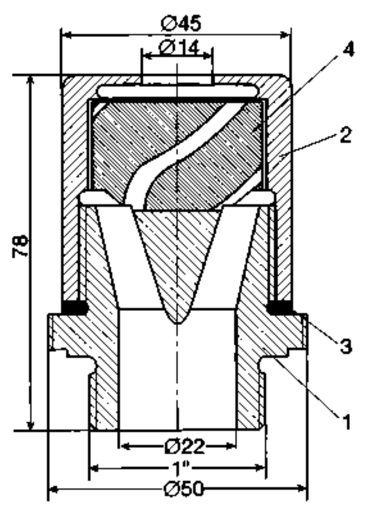


Fig. 2.5.21. Duza de pulverizare Ø 14 mm:
1 - corp cu filet exterior de 1"; 2 - carcasă cu orificiu de refulare a apei Ø 14 mm; 3 - garnitură de etanșare; 4 - corp interior cu 4 canale.

Rețelele exterioare, comune, de alimentare cu apă pentru consum menajer și pentru hidranții interiori, se execută cu țevi din oțel zincat sau din mase plastice (polietilenă, PVC tip G etc.) cu condiția ca rețelele interioare de distribuție să se execute cu țevi din oțel pentru hidranții de incendiu și cu țevi din mase plastice pentru consum menajer și să se facă închiderea din exterior a rețelei menajere în caz de incendiu.

Sprinklerele se alimentează cu apă printr-o rețea separată de conducte, din țevi din oțel, negre sau zincate.

Pe rețeaua de conducte se montează aceleași tipuri de armătură ca și la rețelele de apă potabilă.

2.5.3. Instalații cu hidranți interiori pentru combaterea incendiilor

2.5.3.1 Soluții constructive și scheme ale instalațiilor de alimentare cu apă rece a hidranților

• **Echiparea tehnică a clădirilor cu hidranți interiori pentru combaterea incendiilor**

Echiparea cu hidranți de incendiu interiori a construcțiilor, compartimentelor de incendiu și a spațiilor, potrivit scenariilor de siguranță la foc, se asigură, după caz, la clădirile:

- închise din categoriile de importanță excepțională și deosebită (A și B), încadrate conform legislației în vigoare, indiferent de arie și număr de niveluri;
- civile (publice), cu aria construită de peste 600 m² și mai mult de 4 niveluri supraterane, cu excepția imobilelor de locuit;
- înalte și foarte înalte, precum și construcții cu săli aglomerate, indiferent de destinație, de ariile construite și numărul de niveluri;
- de producție sau depozitare din categoriile A, B sau C de pericol de incendiu, definite conform normelor în vigoare, cu arii construite de minimum 750 m² și densitatea sarcinii termice mai mare de 420 MJ/m²;
- depozite cu stive înalte, pentru produse combustibile (peste 6 m înălțime) și densitatea sarcinii termice mai mare de 420 MJ/m², indiferent de aria construită;
- publice (cu excepția locuințelor) și de producție sau depozitare subterane, cu aria desfășurată mai mare de 600 m²;
- parcaje sau garaje subterane pentru mai mult de 20 de autoturisme și cele supraterane închise cu mai mult de 2 niveluri.

Nu se prevăd hidranți de incendiu interiori atunci când apa nu este indicată pentru stingere sau se asigură stingerea cu alte substanțe (gaze inerte, spumă, abur etc.), precum și la clădirile parter la care se realizează intervenția de la hidranții exteriori cu furtun având lungimea de maximum 40 m.

În funcție de categoriile de pericol sau riscurile de incendiu, de combustibilitatea și valoarea clădirii și a bunurilor, investitorii pot stabili necesitatea echipării și în alte cazuri decât cele enumerate mai sus.

În cazul clădirilor cu mai multe compartimente de incendiu, modul de echipare cu hidranți interiori se va stabili pentru fiecare compartiment în parte, iar gospodăria de apă se va dimensiona pentru compartimentul cel mai defavorabil.

• **Determinarea numărului de hidranți de incendiu interiori și condițiile de amplasare a lor în clădiri**

Numărul de hidranți interiori pentru combaterea incendiilor se determină ținând seama de numărul de jeturi care trebuie să atingă fiecare punct combustibil din interiorul clădirii și de raza de acțiune a hidrantului.

Raza de acțiune a hidranților se determină cu relația:

$$R = L_j + L_f \ \text{[m]} \qquad (2.5.1)$$

în care:

R - este raza de acțiune a hidranților [m] (fig. 2.5.22 a) și

L_j - proiecția pe orizontală a lungimii jetului compact dată de relația:

$$L_j = \sqrt{L_c^2 - (h - 1{,}25)^2} \ \text{[m]} \qquad (2.5.2)$$

în care:

L_c - este lungimea jetului compact [m] (tabelul 2.5.11);

h - înălțimea încăperii în care se montează hidrantul [m];

$L_j \geq 4$ m, distanță minimă de siguranță;

L_f - proiecția pe orizontală a lungimii furtunului [m] (ține seama de sinuozitățile în plan orizontal și vertical ale furtunului).

Jetul compact este acea porțiune a jetului, la capătul căruia 90 % din debitul de apă este conținut într-un cerc cu diametrul de 38 cm și 75 % din debitul total într-un cerc cu diametrul de 25 cm.

La încăperile cu $h = 3 \div 3{,}5$ m, raza de acțiune a hidrantului se poate considera cu 1,0 ÷ 2,0 m mai mare decât lungimea furtunului. Zona teoretică de acțiune a unui hidrant este un cerc având raza egală cu raza de acțiune a hidrantului (fig. 2.5.22 b). Raza de acțiune a fiecărui hidrant trebuie stabilită în funcție de necesitatea atingerii fiecărui

punct combustibil din clădire și de lungimea culoarelor de acces dintre utilaje, mobilier, agregate sau materiale depozitate.

În tabelul 2.5.11 se prezintă date referitoare la lungimea minimă a jetului compact, debitul specific minim al unui jet, numărul jeturilor în funcțiune simultană și debitul de calcul al instalației cu hidranți interiori în funcție de destinația și caracteristicile clădirii protejate.

Amplasarea hidranților interiori se face astfel încât fiecare punct din interiorul încăperilor să fie protejat de cel puțin:

- *două jeturi:* în încăperi sau grupuri de încăperi industriale ce comunică prin goluri neprotejate atunci când acestea se încadrează în categoriile A, B sau C de pericol de incendiu și au un volum de peste 1 000 m³, în încăperile civile cu înălțimi mai mari de 45 m, în depozite comerciale sau industriale, în magazine sau expoziții cu exponate combustibile, la săli de spectacole (numai în sală, scenă, depozitele și atelierele anexe), pentru care în STAS 1478 se prevede în întreaga clădire funcționarea simultană a două sau mai multe jeturi;
- *un jet,* în celelalte încăperi, inclusiv în cele prevăzute cu instalație automată de stingere.

Jeturile trebuie obținute din hidranții situați pe același palier și în același compartiment de incendiu.

Pe scenele amenajate ale sălilor de spectacole și pe coridoarele de acces la scenă se prevede un număr suficient de hidranți pentru ca să poată acționa simultan cu numărul de jeturi prevăzut în STAS 1478 (tab. 2.5.11).

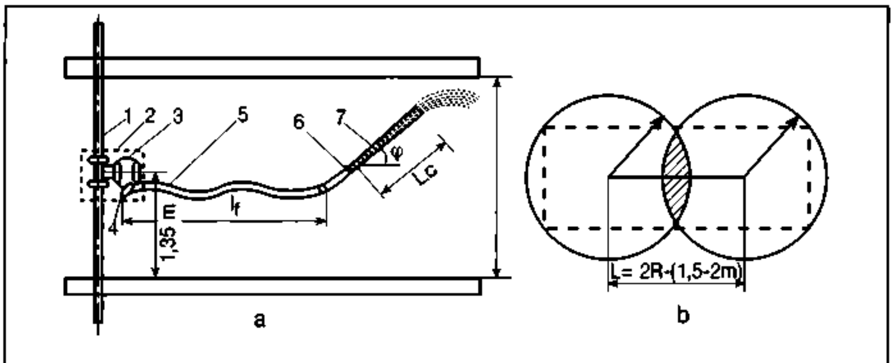


Fig. 2.5.22. Schemă pentru determinarea razei de acțiune a unui hidrant: *a - hidrant interior în funcțiune; b - zona de acțiune a hidrantului;* 1 - coloană de alimentare cu apă rece; 2 - nișă; 3 - robinet de hidrant interior pentru incendiu; 4 - racord mobil; 5 - furtun; 6 - țeavă de refulare; 7 - jet de apă.

Tabelul 2.5.11. Lungimea minimă a jetului compact, debitul specific minim al unui jet, numărul jeturilor în funcțiune simultană și debitul de calcul al instalației cu hidranți interiori în funcție de destinația și caracteristicile clădirii protejate (STAS 1478)

Destinația și caracteristicile clădirii protejate	Lungimea minimă a jetului compact L_c [m]	Debitul specific minim al unui jet $\dot{V}_{ih}$ [l/s]	Numărul jeturilor în funcțiune simultană*	Debitul de calcul al instalație $\dot{V}_c$ [l/s]
Blocuri de locuințe, clădiri pentru cazare comună, clădiri care adăpostesc birouri, școli, localuri pentru alimentație publică, vestiare, băi și spălătorii publice, gări:				
a) cu un volum mai mic de 25.000 m³;	6	2,5	1	2,5
b) cu un volum de 25.000 m³ sau mai mare	6	2,5	2	5,0
Clădiri care adăpostesc copii de vârstă preșcolară, instituții medicale, aziluri pentru bătrâni sau infirmi, muzee, expoziții, biblioteci, arhive, clădiri de producție, de depozitare, industriale, garaje, magazine și depozite anexe:				
a) cu un volum mai mic de 5000 m³;	6	2,5	1	2,5
b) cu un volum de 5000 m³ sau mai mare	6	2,5	2	5,0
Cinematografe, cluburi și case de cultură (fără scenă amenajată), săli de concerte și săli de întruniri, de gimnastică și sport, cu o capacitate mai mică de 600 locuri:				
a) situate în clădiri de grad I și II de rezistență la foc	9	2,5	2	5,0
b) situate în clădiri de gradul III și IV de rezistență la foc	9	5,0	2	10,0
Cinematografe, cluburi și case de cultură (fără scenă amenajată), săli de concerte și săli de întruniri, de gimnastică și sport, cu o capacitate de 600 locuri sau mai mult	9	5,0	2	10,0
Teatre dramatice sau muzicale, cluburi și case de cultură cu scenă amenajată:				
a) cu mai puțin de 1000 locuri	9	5,0	3	15,0
b) cu 1000 locuri sau mai mult	9	5,0	4	20,0
Clădiri cu înălțime peste 45 m:				
a) cu un volum până la 50.000 m³;	9	5,0	3	15,0
b) cu un volum peste 50.000 m³	9	5,0	4	20,0

* Cazurile în care 2 jeturi în funcțiune simultană trebuie să atingă, amândouă, fiecare punct din interiorul încăperilor, sunt stabilite prin prescripțiile de specialitate în vigoare.

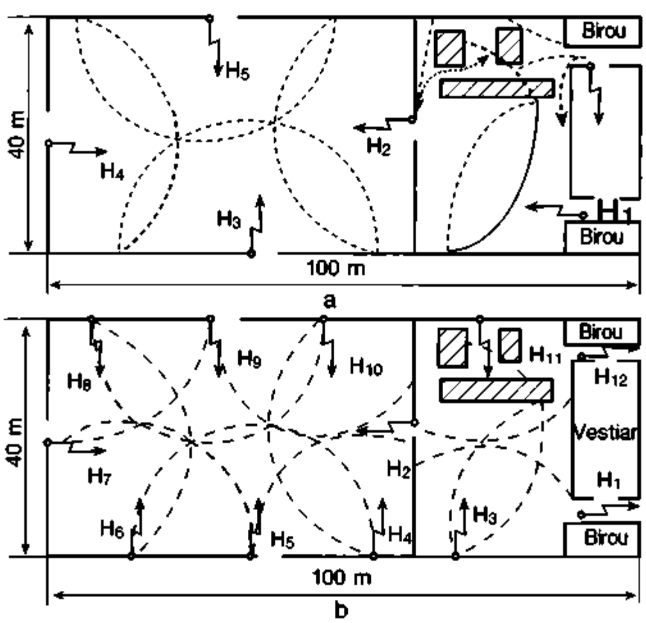


Fig. 2.5.23. Amplasarea hidranților de incendiu într-o hală industrială:
a - fiecare punct este stropit de 1 singur jet;
b - fiecare punct este stropit de 2 jeturi.

În sălile de spectacole, atunci când distribuția interioară a clădirii permite, se va amplasa, în sală, un număr suficient de hidranți interiori pentru a putea acționa în fiecare punct al sălii cu cel puțin un jet, iar restul hidranților necesari pentru realizarea cerințelor din STAS 1478 (tab. 2.5.11) se vor amplasa în exteriorul sălii lângă ușă.

Amplasarea hidranților se face în locuri vizitabile, astfel încât să fie ușor accesibili și folosibili chiar în cazul circulației pentru evacuarea încăperilor. În acest sens, se recomandă montarea lor în casa scărilor, în holuri sau vestibule, pe coridoare, în încăperi amplasate în apropierea intrărilor etc., în locuri protejate de îngheț, urmărindu-se ca jeturile create să atingă fiecare punct combustibil din interiorul clădirii.

În clădirile civile cu înălțimi mai mari de 28 m, hidranții se amplasează numai pe coridoare sau în încăperile tampon de acces în casele de scări.

În clădirile industriale în care sunt încăperi cu pericol de incendiu diferit, hidranții de incendiu interiori se prevăd pentru a servi numai zonele în care există materiale, elemente sau substanțe combustibile ce pot fi stinse cu apă.

În zonele unde există carburanți, lubrefianți sau alte lichide combustibile, la hidranți, se pot prevedea dispozitive de stingere cu spumă.

În fig. 2.5.23 se prezintă amplasarea în plan a hidranților dintr-o hală industrială, în două variante de atingere a fiecărui punct combustibil, cu un jet sau cu două jeturi de apă.

La clădirile industriale monobloc, la care nu se poate asigura protecția întregii suprafețe de la hidranții exteriori, se prevăd hidranți interiori pe tunelurile speciale de evacuare, care să funcționeze în condițiile prevăzute pentru hidranții exteriori.

Hidranții interiori se pot monta aparent sau îngropat, marcându-se conform STAS 297/1.

Pe timp de noapte sau în locurile unde se desfășoară activități la lumină artificială, marcarea hidranților se va face prin iluminat de siguranță.

În clădirile închise ale depozitelor cu stive înalte (cu înălțime mai mare de 4 m), clădiri industriale monobloc, garaje mari etc. se admite ca hidranții interiori, necesari pentru protejarea zonelor ce nu pot fi acoperite cu jeturile celor montați pe pereți sau pe stâlpi, să fie amplasați la nivelul pardoselii sau îngropați în pardoseală, în cutii speciale, corespunzătoare.

Nișele hidranților nu trebuie să străpungă pereții antifoc, pe cei care despart încăperi cu pericol de incendiu diferit sau care delimitează căi de evacuare. În cazul în care se montează în nișă, rezistența la foc a peretelui trebuie să rămână neschimbată.

• **Rețele de conducte pentru alimentarea cu apă a hidranților de incendiu interiori**

Rețelele interioare care alimentează cu apă mai mult de 8 hidranți pe nivel se proiectează inelare și se prevăd cu două racorduri la rețeaua exterioară.

Rețelele interioare de hidranți, având timpul teoretic de funcționare de 60 min și mai mare, se prevăd cu racorduri fixe, amplasate în exteriorul clădirilor, pentru alimentarea cu apă de la pompele mobile de incendiu.

Presiunea minimă la țeava de refulare - în cazul utilizării dispozitivelor de pulverizare și a țevilor de refulare universale - este de minimum 2,5 bar.

Instalațiile se proiectează astfel încât să se poată acționa imediat la izbucnirea incendiului. Se admite pornirea pompelor și robinetelor cu acționare electrică de la distanță, prin butoane.

La proiectarea instalațiilor cu hidranți interiori, pentru clădirile civile foarte înalte, de peste 45 m, se respectă următoarele:

- se prevăd minimum 2 coloane de alimentare, dimensionate astfel încât fiecare să asigure un debit de apă pentru incendiu de 15 l/s pentru clădirile cu volum până la 50 000 m^3 și de 20 l/s pentru clădirile cu un volum mai mare de 50 000 m^3;
- pe fiecare nivel se prevăd cel puțin 2 hidranți a câte 2,5 l/s, amplasați, de regulă, unul față de altul, la o distanță de 5 m și astfel ca fiecare punct al clădirii să fie atins de 2 jeturi a 2,5 l/s alimentate de la coloane diferite;
- conductele se leagă în inel și se prevăd cu robinete de închidere, astfel încât să nu existe pericolul scoaterii din funcțiune a mai mult de 5 robinete pe nivel;
- se prevăd robinete și pe coloane, din 5 în 5 niveluri;
- se prevede sigilarea robinetelor în poziție „normal deschis";
- pe conducta principală a rețelei de distribuție se prevede o conductă cu D_n 100 mm cu robinet de închidere, ventil de reținere și 2 racorduri fixe tip B, amplasate pe peretele exterior al clădirii, în nișe cu geam, marcate cu indicatoare, la înălțimea de maximum 1,40 m de la nivelul trotuarului clădirii, astfel încât să fie posibilă alimentarea instalației interioare direct de la pompele mobile de incendiu.

Instalațiile prevăzute cu hidranți, amplasate în spații cu pericol de îngheț vor fi dotate cu armături de golire dispuse în imediata apropiere a robinetului de secționare (electrovanei).

• **Coloane uscate**

Sunt instalații fixe, rigide, montate în interiorul construcțiilor, utilizate numai de serviciile de pompieri.

Se prevăd coloane uscate la toate construcțiile cu înălțimea mai mare de 28 m, măsurată de la cota terenului.

Construcțiile dotate cu coloane uscate au și instalații de stingere cu apă a incendiilor.

Pentru alimentare, se asigură accesul mașinilor de pompieri în orice anotimp, fără ca distanța de la calea de acces cea mai apropiată față de racordul de alimentare să depășească 40 m.

Racordul de alimentare al coloanei

uscate (de tipul B) se amplasează pe peretele exterior al clădirii și se obturează cu un racord înfundat, la baza coloanei prevăzându-se ventil de reținere și robinet de golire.

Racordul se montează la loc vizibil, separat de orice alt racord, la o înălțime de maximum 1,50 m față de sol și cu o înclinare de 45° față de verticală.

Pentru recunoaștere, racordul de alimentare se marchează prin indicator „COLOANĂ USCATĂ".

Se instalează coloană independentă pentru fiecare compartiment de incendiu.

Conducta de legătură (orizontală) cu coloana uscată trebuie să fie cât mai scurtă și astfel proiectată încât să asigure golirea întregii cantități de apă. Această conductă trebuie să treacă prin locuri accesibile în subsol sau parter, fără a traversa tuneluri de cabluri, ghene ale instalațiilor sanitare sau golul liftului. Coloana uscată propriu-zisă se montează în zona de acces a scării, în casa scării sau în ghene adiacente acesteia. Ea poate fi aparentă sau îngropată. Când se montează mascat, în grosimea peretelui, acesta trebuie să aibă o rezistență la foc conform reglementărilor în vigoare. Traseul coloanei uscate este vertical, admițându-se, în situații justificate tehnic, deviații locale.

Pentru recunoaștere, punctele de alimentare și racordul se marchează conform STAS 297/1.

Coloanele uscate au diametrul de 75 mm și racordurile pentru furtun de tip C.

Pe fiecare nivel, înaintea racordului pentru furtun, se prevede un robinet.

Racordurile pentru furtun se amplasează în casa scării sau în zonele de acces la scări, în funcție de construcție, astfel încât să se poată servi fiecare nivel.

Înălțimea maximă de montare a racordurilor pentru furtun este de 1,5 m față de pardoseală.

Este necesar să existe spațiu suficient pentru racordarea furtunurilor și manevrarea robinetelor.

Racordurile pentru furtun se pot monta aparent sau îngropat. Ele se marchează cu inscripția: „RACORD INCENDIU".

Se menționează în proiect că presiunea de încercare a coloanelor uscate este de 25 bar.

Coloanele se prevăd și se execută din țevi metalice protejate anticorosiv.

2.5.3.2 Dimensionarea conductelor instalațiilor de alimentare cu apă rece a hidranților interiori pentru combaterea incendiilor

• **Stabilirea numărului de hidranți de incendiu interiori în funcțiune simultană**

În tabelul 2.5.11 se prezintă (după STAS 1478) numărul de jeturi în funcțiune simultană și lungimea jetului compact pentru hidranții interiori, în funcție de destinația și caracteristicile clădirii protejate împotriva incendiului.

• **Debite specifice și debite de calcul necesare dimensionării conductelor instalațiilor de alimentare cu apă rece a hidranților interiori pentru combaterea incendiilor**

Debitul specific al unui hidrant interior, $\dot{V}_{ih}$ și debitul de calcul al instalației se determină în funcție de lungimea jetului compact necesar intervenției, destinația și caracteristicile construcției protejate.

Lungimea jetului compact - măsurată pe traiectoria sa - se alege din tabelul 2.5.11 (după STAS 1478) astfel încât să se asigure intervenția pentru stingerea în cele mai îndepărtate puncte combustibile din spațiul încăperilor.

Debitul specific, lungimea jetului compact și numărul jeturilor în funcțiune simultană nu trebuie să fie mai mici decât valorile indicate în tabelul 2.5.11.

Debitul $\dot{V}_{ih}$, al jetului de apă, se determină cu relația:

$$\dot{V}_{ih} = 0,00351 \cdot \mu \cdot d^2 \cdot \sqrt{10H} \quad [l/s] \qquad (2.5.3)$$

în care:

$\mu = 0,97 \div 0,98$ este coeficientul de debit;

d - diametrul ajutajului țevii de refulare a apei [mm];

H_i - presiunea necesară la ajutajul țevii de refulare a apei [bar], determinată de relația

$$H_i = 0,981 \frac{L_c}{\frac{1}{\alpha} - \varphi \cdot L_c} \quad [bar] \qquad (2.5.4)$$

L_c - lungimea jetului compact [m];

$\alpha = 1,19 + 80\ (0,01\ L_c)^4$ - coeficient experimental;

φ - coeficient experimental depinzând de diametrul d al ajutajului țevii de refulare a apei și având valorile date în tabelul 2.5.12.

Pe baza relațiilor (2.5.3) și (2.5.4) au fost calculate datele redate în tabelul 2.5.13.

În tabelele 2.5.14 și 2.5.15 sunt date valorile debitelor minime ale jeturilor compacte și respectiv, pulverizate pentru hidranți de incendiu interiori echipați cu furtunuri semirigide (tab. 2.5.14), respectiv cu furtunuri plate (tab. 2.5.15) după STAS SR EN 671-1/2002, respectiv STAS SR EN 674-2/2002.

Presiunea minimă necesară la robinetul hidrantului interior pentru incendiu trebuie să acopere pierderile totale de sarcină în furtun și să asigure formarea unor jeturi compacte sau pulverizate cu caracteristicile din tabelele 2.5.13, 2.5.14 sau 2.5.15.

Debitul de calcul necesar dimensionării instalației de alimentare cu apă a hidranților interiori pentru incendiu se determină astfel:

- când alimentarea cu apă a hidranților interiori se face printr-o rețea comună cu alimentarea cu apă potabilă sau industrială, debitul de calcul se determină adăugând la debitul de incendiu al hidranților, debitul maxim de apă potabilă sau industrială stabilit conform STAS 1478 sau a altor prescripții tehnologice, cu excepția a 85 % din debitul de calcul necesar dușurilor și a debitului pentru spălări tehnologice și a pardoselilor care nu se iau în calcul;

Tabelul 2.5.12. Valorile coeficientului φ

d [mm]	12	14	16	18	20	22
φ	0,0183	0,0149	0,0214	0,0105	0,0090	0,0077

Tabelul 2.5.13. Presiunea disponibilă la ajutajul țevii de refulare, H_i debitul specific $\dot{V}_{ih}$ și diametrul d al orificiului ajutajului final al țevii de refulare cu care se echipează hidrantul de incendiu, în funcție de lungimea jetului compact L_c (STAS 1478)

Lungimea jetului compact	Diametrul orificiului final d [mm]							
	14		16		18		20	
L_c [m]	H_i [kPa]	$\dot{V}_{ih}$ [l/s]	H_i [kPa]	$\dot{V}_{ih}$ [l/s]	H_i [kPa]	$\dot{V}_{ih}$ [l/s]	H_i [kPa]	$\dot{V}_{ih}$ [l/s]
6	-	-	-	-	75,4	3,04	74,8	3,75
6,4	-	-	82,5	2,50	81,1	3,15	80,0	3,90
7	-	-	91,6	2,64	89,7	3,31	88,6	4,10
8	-	-	106,1	2,84	104,0	3,58	102,5	4,40
9	-	-	121,6	3,05	119,2	3,80	116,9	4,70
10	142,7	2,52	137,8	3,24	134,4	4,05	131,4	5,00
11	161,4	2,68	155,5	3,43	150,9	4,29	147,4	5,30
12	181,5	2,84	173,1	3,63	167,7	4,53	163,3	5,60
13	202,1	3,01	192,3	3,82	185,6	4,75	180,5	5,85
14	225,1	3,61	212,9	4,03	204,5	5,00	198,2	6,15
15	249,7	3,34	235,4	4,23	224,6	5,25	217,8	6,45

Tabelul 2.5.14 Debitele minime ale jetului compact și pulverizat pentru hidranți de incendiu interiori, echipați cu furtunuri semirigide (STAS SR EN 671-1/2002)

Diametrul duzei de refulare sau diametrul echivalent [mm]	Debit minim de curgere $\dot{V}$ [l/min] P = 0,2 MPa	P = 0,4 MPa	P = 0,6 MPa	Coeficientul K (vezi nota)
4	12	18	22	9
5	18	26	31	13
6	24	34	41	17
7	31	44	53	22
8	39	56	68	28
9	48	66	80	33
10	59	84	102	42
12	90	128	156	64

Notă: Debitul $\dot{V}$ la presiunea P este calculat cu relația:

$$\dot{V} = K\sqrt{10P}$$

în care:
debitul $\dot{V}$ este exprimat în litri/minut și
presiunea P în MPa, în scara manometrică (1MPa = 10 bar).

Tabelul 2.5.15 Debitele minime ale jetului compact și pulverizat pentru hidranți de incendiu interiori, echipați cu furtunuri plate (STAS SR EN 674-2/2002)

Diametrul duzei de refulare sau diametrul echivalent [mm]	Debit minim de curgere $\dot{V}$ [l/min] P = 0,2 MPa	P = 0,4 MPa	P = 0,6 MPa	Coeficientul K (vezi nota)
9	66	92	112	46
10	78	110	135	55
11	93	131	162	68
12	100	140	171	72
13	120	170	208	85

Notă: Debitul $\dot{V}$ la presiunea P este calculat cu relația:

$$\dot{V} = K\sqrt{10P}$$

în care:
debitul $\dot{V}$ este exprimat în litri/minut și
presiunea P în MPa, în scara manometrică (1MPa = 10 bar).

- când alimentarea cu apă a hidranților interiori se face printr-o rețea separată, debitul de calcul și numărul de jeturi în funcțiune simultană se determină conform datelor din tabelele 2.5.11. și 2.5.13.

Se menționează că în cazul funcționării simultane a doi hidranți, rețeaua de conducte se dimensionează considerând că cei doi hidranți sunt amplasați la același nivel al clădirii, dar pe coloane alăturate.

• **Dimensionarea coloanelor și calculul pierderilor totale de sarcină.**

Pentru dimensionarea conductelor se folosesc nomogramele și tabelele de calcul următoare:
- PVC 60, fig. 2.4.68 și tabelele 2.4.35 și 2.4.36;
- oțel cu k = 0,3 mm, fig. 2.5.27 și tabelele 2.5.18 și 2.5.19 din anexa I.2.5;
- oțel cu k = 0,8 mm, tabelele 11.1 și 11.2 din anexa II;
- Polipropilenă, tabelele 4.1 și 4.2 din anexa II;
- Polietilenă, tabelele 9.1, 9.2 și 9.3 din anexa II.

Pierderile totale de sarcină se determină cu relația:

$$h_r = h_{rc} + h_{rf} \qquad [Pa] \qquad (2.5.5)$$

în care:

h_{rc} - reprezintă pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul rețelei de conducte de la hidrantul de incendiu spre punctul de alimentare cu apă al instalației [Pa];

$h_{rf} = i_f\, l_f$ - pierderea de sarcină liniară pe furtunul de racord al hidrantului la țeava de refulare [Pa];

i_f - pierderea de sarcină liniară unitară a apei la trecerea prin furtunul din cânepă, care poate fi determinată cu nomograma din fig. 2.5.24 [Pa];

l_f - lungimea furtunului [m].

• **Sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} pentru alimentarea cu apă a instalației cu hidranți interiori pentru incendiu**

Se determină cu relația:

$$H_{nec} = H_{gh} + H_i + h_r \qquad [Pa] \qquad (2.5.6)$$

în care:

H_{gh} - este înălțimea geodezică a hidrantului de incendiu, amplasat la cota cea mai mare față de un plan de referință unic admis [m] transformat [Pa];

H_i - presiunea necesară la ajutajul țevii de refulare transformat [Pa];

h_r - suma pierderilor totale de sarcină calculate cu relația (2.5.5) [Pa].

Exemplul de calcul 1

Se dimensionează instalația interioară de alimentare cu apă pentru combaterea incendiilor cu hidranți interiori din fig. 2.5.25, aferentă unei clădiri pentru învățământ superior cu parter și 4 etaje (P+4), având un volum construit de 24.000 m³.

Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer al clădirii, se execută cu țevi din PVC tip 60.

Rezolvare. Din tabelul 2.5.11 rezultă necesar un singur jet în funcțiune având $\dot{V}_{ih}$ = 2,5 l/s și lungimea minimă a jetului compact de 6 m.

Din tabelul 2.5.13, pentru un jet compact de 6,4 m lungime, la un diametru al orificiului țevii de refulare de 16 mm se obține debitul specific $\dot{V}_{ih}$ = 2,5 l/s la o presiune necesară H_i = 82,5 kPa considerată ca presiune de utilizare.

Întrucât instalația interioară de alimentare cu apă rece se execută cu conducte din PVC 60, rețeaua interioară de alimentare cu apă pentru hidranți va fi separată de cea pentru consum menajer și va fi executată cu țevi din oțel zincat. În acest caz, fiecare tronson

Tabelul 2.5.16. Calculul hidraulic al instalației de combatere a incendiilor cu hidranți interiori la o clădire pentru învățământ superior, a cărei schemă este prezentată în fig. 2.5.25 (exemplul de calcul 1)

Număr tronson	$\dot{V}_S$ [l/s]	l sau L_c [mm]	d [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	il [Pa]	$\Sigma(il)$ [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$\Sigma(il+h_{rl})$ [Pa]	H_i [Pa]	H_g [mm]	H_g [Pa]	H_{nec} [Pa]
Ajutaj	2,5	6,4	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furtun	2,5	20	50	1,20	981	19620	19620	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1...1.7	2,5	80	60,3	1,27	544	43520	63140	20,7	16693	16693	79.853	82500	17000	166770	329103

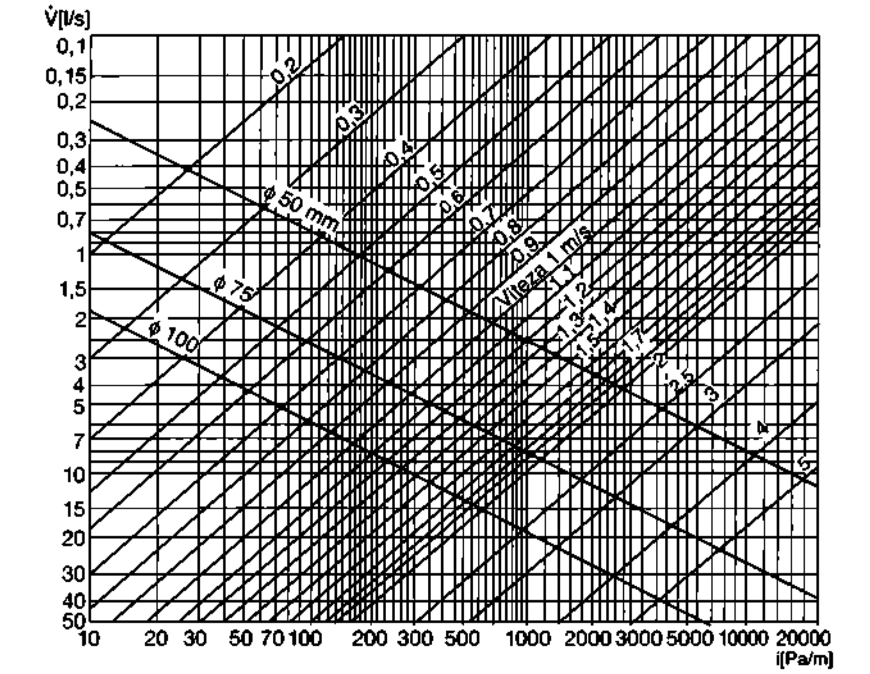


Fig. 2.5.24. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcină unitară prin furtunul de cânepă.

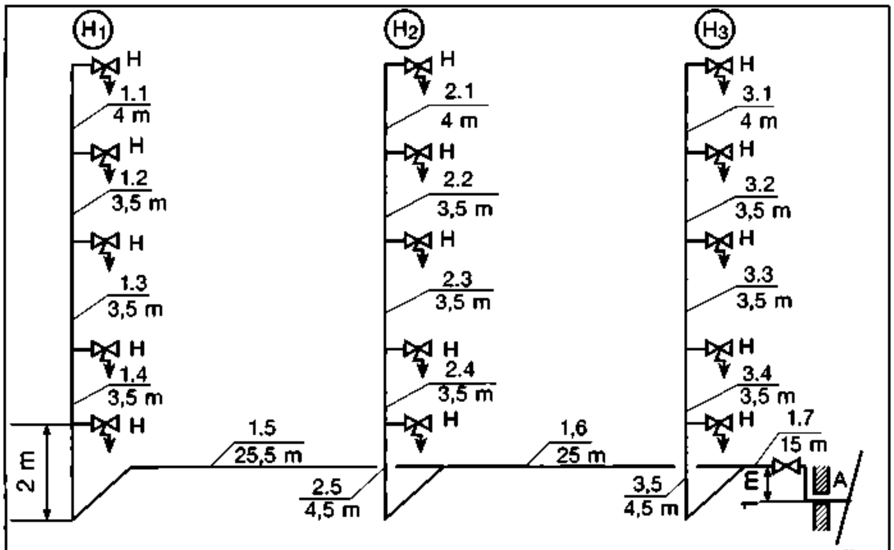


Fig. 2.5.25. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă a hidranților interiori, aferente unei clădiri pentru învățământ superior având P + 4 etaje:
H - hidrant interior pentru incendiu; H1, H2, H3 - coloane de hidranți.

se va calcula la debitul de 2,5 l/s.

Calculul hidraulic este sistematizat în tabelul 2.5.16. La completarea lui s-a ținut seama de următoarele observații:

- tronsoanele de pe coloanele 2 și 3 au aceleași diametre ca și cele de pe coloana 1;
- întrucât toate tronsoanele au același debit de 2,5 l/s, acestea nu s-au mai calculat separat, considerându-se un singur tronson cu lungimea egală cu suma tronsoanelor componente (tronsoanele 1.1 ÷ 1.7; l = 80 m);
- pierderile de sarcină pe furtun s-au determinat cu ajutorul nomogramei din fig. 2.5.24;
- pierderile de sarcină liniare au fost determinate folosind nomograma din fig. 2.5.27 și tabelele 2.5.18 și 2.5.19, anexa I.2.5., iar pentru pierderile de sarcină locale nomograma din fig. 2.4.70.
- calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locală $\Sigma\xi$ (fig. 2.4.70):

Tronsoane 1.1. ... 1.7.

7 teuri de trecere	7 x 0,5 = 3,5
1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0
5 coturi D_e 60,3 mm	5 x 1,0 = 5,0
1 robinet cu ventil drept	1 x 8,0 = 8,0
1 robinet de hidrant	1 x 2,2 = 2,2
Total	20,7

- Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației este:

$H_{nec} = H_g + H_i + h_r$ = 166,77 + 82,5 + 79,83 = 329,1 kPa,

în care înălțimea geodezică are valoarea:

H_g = (4 x 3,5) + 2 + 1 = 17 m = = 166,770 kPa.

Exemplul de calcul 2

Se dimensionează instalația de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și pentru combaterea incendiilor la un cămin studențesc cu parter și 5 etaje (P+5), având un volum construit de 12 000 m³. Înălțimea unui etaj este de 2,80 m.

Schema izometrică de calcul este prezentată în fig. 2.5.25. Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer se execută cu țevi din oțel zincat. Regimul de furnizare a apei este de 9 h, iar temperatura apei calde de consum este de 60 °C.

Rezolvare: Instalația interioară de alimentare cu apă rece pentru consum menajer se execută cu țevi din oțel zincat, cele două instalații (de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și pentru combaterea incendiilor) având o rețea de distribuție comună. Din tabelul 2.5.11 se stabilește necesitatea unui singur jet în funcțiune, având $\dot{V}_{ih}$ = 2,5 l/s și L_c = 6 m.

Din tabelul 2.5.13, la un jet compact de 6,4 m și pentru diametrul orificiului țevii de refulare de 16 mm rezultă un debit specific $\dot{V}_{ih}$ = 2,5 l/s la H_i = *82500* Pa, considerată ca presiune de utilizare. Rețeaua de distribuție a apei reci fiind comună, pentru asigurarea circulației și în coloanele de hidranți, acestea s-au legat la câte un obiect sanitar (robinetul R de pe coloanele M1 și M4, fig. 2.5.26).

Pe tronsoanele ce alimentează cu apă diferite obiecte sanitare, debitul de calcul se stabilește în funcție de suma debitelor specifice ale armăturilor.

Pe tronsoanele care alimentează cu apă diferite obiecte sanitare, inclusiv dușurile și hidranții interiori, debitul de calcul $\dot{V}_{ct}$ se stabilește prin însumarea debitului de calcul al obiectelor sanitare, notat ca debitul de calcul pentru consum menajer $\dot{V}_{cm}$ și debitul de calcul pentru hidranții de incendiu, notat $\dot{V}_{ci}$.

Întrucât presiunea necesară la un hidrant este cu mult mai mare decât la oricare obiect sanitar, calculul hidraulic s-a început cu traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic, de la primul hidrant de pe coloana H1 (tronsonul 1.a, fig. 2.5.26) și de la legătura coloanei H1 la robinetul R (tronsonul 1, fig. 2.5.26) și este redat în tabelul 2.5.17, anexa I.2.5.

Dimensionarea conductelor cu țevi din oțel zincat pentru apă rece s-a efectuat folosind nomograma din fig. 2.5.27 și tabelele 2.5.18 și 2.5.19 anexa I.2.5.

Pentru calculul pierderilor de sarcină

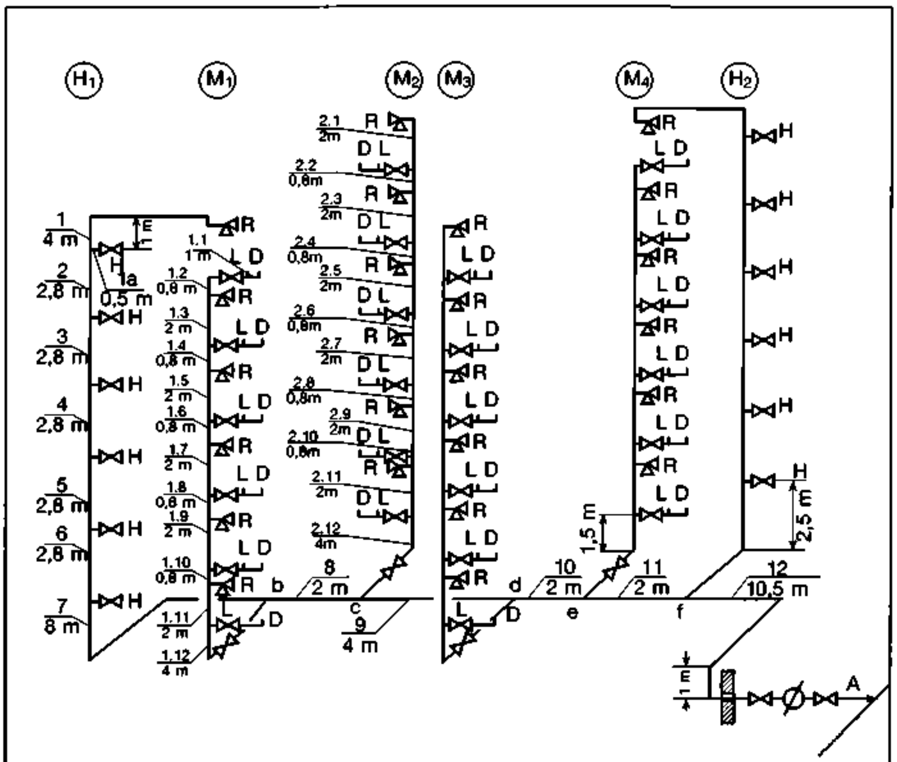


Fig. 2.5.26. Schema izometrică de calcul a instalației de alimentare cu apă a hidranților interiori de incendiu și pentru consum menajer la un cămin de studenți cu P + 5 etaje:
H - hidrant interior de incendiu; L - lavoar; D - duș; R - robinet pentru rezervor de closet; H1, H2 - coloane de hidranți; M1...M4 - coloane de alimentare cu apă rece pentru consum menajer.

liniare ale apei la curgerea prin furtunul din cânepă cu diametrul de 50 mm s-a folosit nomograma din fig. 2.5.24.

Calculul pierderilor de sarcină locale s-a efectuat folosind nomograma din fig. 2.4.70.

În punctul A de alimentare cu apă a instalației a rezultat sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} = *332953* Pa tabelul 2.5.17, anexa I.2.5.

Tronsoanele coloanelor M1; M2; M3; M4 și H2 racordate la traseul principal, respectiv, în punctele b; c; d; f se dimensionează la presiunile disponibile în nodurile respective H_b = *300407* Pa; H_c = *301063* Pa; H_d = *301786* Pa; H_e = *302078* Pa și H_f = *302398* Pa.

Tronsoanele 1.1 ÷ 1.12 care alcătuiesc coloana M_1 se dimensionează la sarcina (presiunea) disponibilă H_b = *300407* Pa, folosind viteze ale apei până la 2 m/s (viteza maximă admisă), rezultând în nodul b sarcina (presiunea) efectivă H_{efb} = *291527* Pa.

Diferența (excesul) de presiune $H_2 = H_b - H_{efb}$ = *300407-291527* = *8880* Pa poate fi consumată în robinetul de reglare montat la baza coloanei M1 (pe tronsonul 1.12, fig. 2.5.26).

Coloanele M2 și M3 având aceeași configurație geometrică, aceleași lungimi ale tronsoanelor și aceleași debite de calcul, vor avea aceleași diametre ale tronsoanelor similare, în condițiile în care dimensionarea s-a efectuat cu viteze ale apei până la limita vitezei admise de 2 m/s. Situația este similară pentru coloanele M1 și M4.

Diferențele de presiuni din nodurile c, d și e respectiv, sunt consumate în robinetele de reglare montate la baza fiecărei coloane.

Coloana H2 este identică cu coloana H1, iar presiunea în exces în nodul f este: H_f = *302397- (300407- 3 x 500)= 3490* Pa.

Din presiunea disponibilă în punctul b de 300407 Pa s-a scăzut diferența de pierdere de sarcină liniară de 3 x 500 Pa, deoarece traseul pe coloana H2 este mai mic cu 3 m decât cel de pe coloana H1.

- Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locală $\Sigma\xi$ (fig. 2.5.26):

Tronson: 1;
1 teu de trecere 1 x 0,5 = 0,5
3 coturi D_e 17,1 mm 3 x 2,0 = 6,0
1 robinet cu ventil drept D_n 10 mm 1 x 16,0 = 16,0
Total 22,5

Tronson: 1a;
1 teu de derivație 1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil drept D_n 50 mm 1 x 8,0 = 8,0
Total 10,0

Tronsoane: 2...7;
6 teuri de trecere 6 x 0,5 = 3,0
2 coturi D_e 60,3 mm 2 x 1,0 = 2,0
Total 5,0

Tronsoane: 8...11;
1 teu de trecere 1 x 0,5 = 0,5
Total 0,5

Tronson: 12;
1 teu de derivație 1 x 2,0 = 2,0
3 coturi D_e 76 mm 3 x 1,0 = 3,0
2 robinete cu ventil înclinat D_n 50 2 x 2,0 = 4,0
Total 9,0

Tronson: 1.1;
1 teu de trecere 1 x 0,5 = 0,5
1 cot D_e 21,4 mm 1 x 2,0 = 2,0
Total 2,5

Tronson: 1.2;
1 teu de trecere 1 x 0,5 = 0,5
1 cot D_e 21,4 mm 1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil 1 x 13,0 = 13,0
drept D_n 15
Total 15,5

Tronsoane: 1.3 ...1.11; 2.2 ... 2.11;
1 teu de trecere 1 x 0,5 = 0,5
Total 0,5

Tronson: 2.1;
1 teu de trecere 1 x 0,5 = 0,5
1 cot D_e 17,1 mm 1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu ventil 1 x 16,0 = 16,0
drept D_n 10
Total 18,5

Tronsoane: 1.12; 2.12;
1 teu de derivație 1 x 2,0 = 2,0
1 cot D_e 42,4 mm 1 x 1,2 = 1,2
1 robinet cu ventil 1 x 9,0 = 9,0
drept D_n 32
Total 12,2

2.5.4. Instalații automate cu sprinklere pentru combaterea incendiilor

2.5.4.1 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații automate cu sprinklere

Instalațiile cu sprinklere au rolul de a detecta, semnaliza, localiza și stinge incendiul, folosind apa ca substanță (agent) de stingere. Superioritatea acestor instalații față de celelalte sisteme automate de protecție cu apă este determinată, în special, de faptul că sprinklerele se declanșează individual și acționează numai asupra ariei incendiate, evitând astfel udarea inutilă a zonelor necuprinse de incendiu.

Instalațiile cu sprinklere trebuie să fie oportune în timp real, adică să intre automat în funcțiune la parametrii necesari, pentru a limita (localiza) focarul și a acționa eficient la stingerea incendiului. Această oportunitate trebuie să fie permanentă, având în vedere

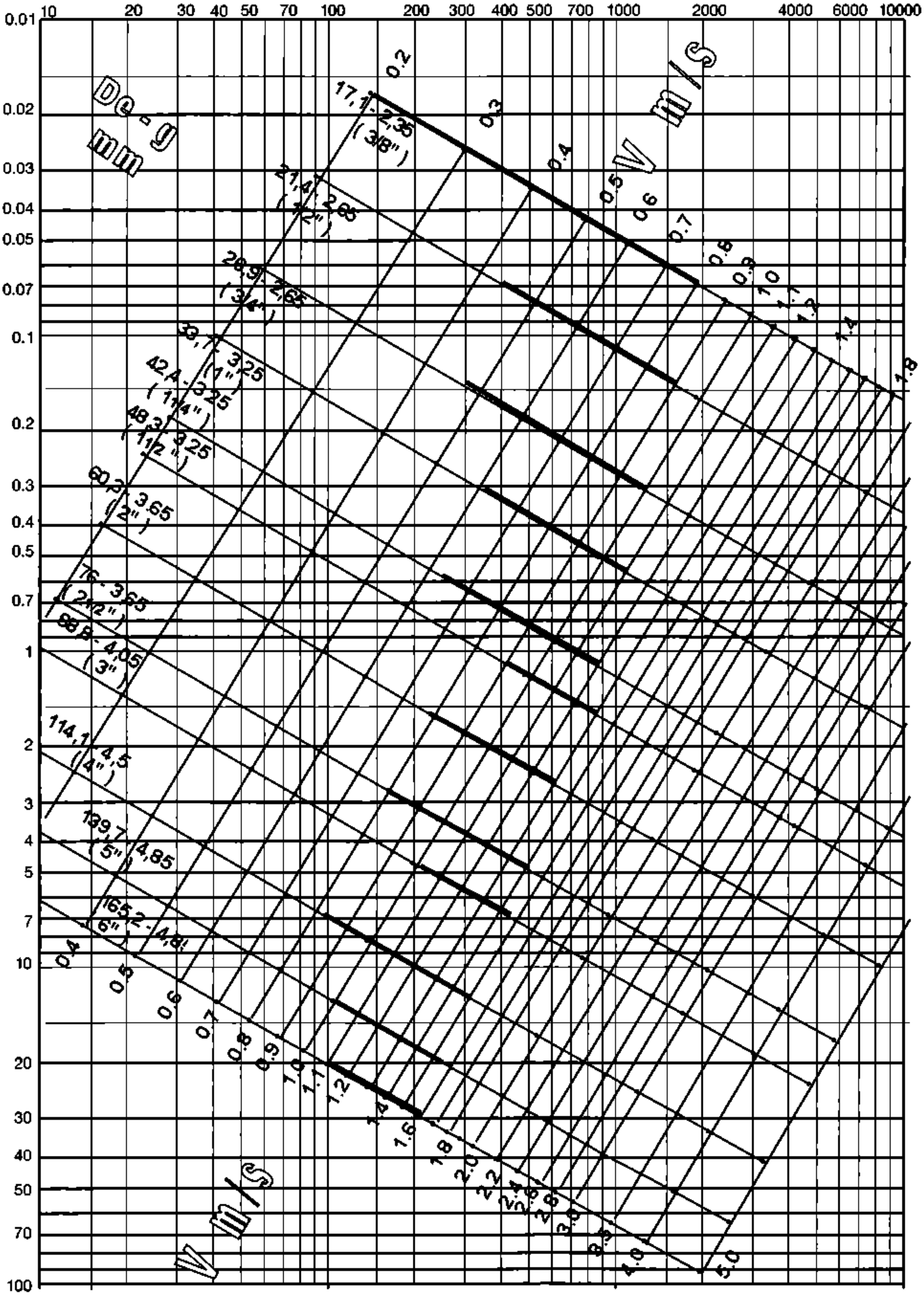


Fig. 2.5.27. Nomograma pentru dimensionarea conductelor din oțel zincat D_e 17,1 - 165,2, pentru apă rece (k=0,30 mm) P_n = 0,6 MPa (6bar)

caracterul aleator al izbucnirii unui incendiu.

Echiparea tehnică a clădirilor, compartimentelor de incendiu și încăperilor, cu instalații automate de stingere a incendiilor, tip sprinkler, se asigură la:

- construcții închise din categoriile de importanță excepțională și deosebită (A și B), încadrate conform legislației în vigoare, cu densitatea sarcinii termice mai mare de 420 MJ/m²;
- clădiri înalte și foarte înalte cu densitatea sarcinii termice peste 420 MJ/m², cu excepția locuințelor;
- platouri de filmare amenajate și închise, studiouri de televiziune și scene amenajate, cu arii mai mari de 150 m², inclusiv buzunarele, depozitele și atelierele anexă ale acestora;
- construcții de producție încadrate în categoriile A, B sau C de pericol de incendiu cu aria construită de peste 2000 m² și totodată cu densitatea sarcinii termice peste 420 MJ/m²;
- clădiri publice cu aria mai mare de 1250 m² și densitatea sarcinii termice peste 840 MJ/m², cu excepția locuințelor;
- construcții (încăperi) destinate depozitării materialelor combustibile cu aria construită mai mare de 750 m² și densitatea sarcinii termice peste 1680 MJ/m²;
- depozite cu stive înalte (peste 6 m înălțime) și densitatea sarcinii termice mai mare de 420 MJ/m²;
- garaje și parcaje subterane pentru mai mult de 50 autoturisme, precum și la cele supraterane închise cu mai mult de 3 niveluri.

Enumerarea echipării cu instalații automate de stingere tip sprinkler fiind minimală, investitorii le pot prevedea și în alte situații, în funcție de pericolul și riscul de incendiu, amplasare, combustibilitatea construcției și valoare.

Nu se prevăd instalații de stingere tip sprinkler în cazurile în care apa nu este indicată sau se asigură stingerea cu alte substanțe (gaze inerte, spumă, abur etc.).

Încăperile protejate cu instalații cu sprinklere, de regulă, trebuie să fie separate de spațiile învecinate, prin elemente de construcții incombustibile sau prin alte dispozitive corespunzătoare (ecrane, cortine cu acționare automată etc.).

2.5.4.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații cu sprinklere

• Sisteme de instalații cu sprinklere

Instalațiile cu sprinklere se compun din următoarele elemente principale:

- sprinklere pentru detectarea și stingerea incendiului;
- rețele de conducte ramificate sau inelare pe care se montează sprinklerele;
- aparate de control și semnalizare (ACS);
- conducte principale de alimentare cu apă;
- surse de alimentare cu apă compuse din:
  * branșament;
  * rezervoare pentru acumularea (stocarea) rezervei intangibile de apă pentru combaterea incendiului;
  * stații de pompare a apei cuplate la rezervoarele de acumulare și cu recipiente de hidrofor;
- racorduri pentru cuplarea pompelor mobile de incendiu;

Instalația cu sprinklere trebuie să fie permanent sub presiune și se poate realiza în următoarele sisteme cu: apă, aer comprimat, apă și aer comprimat, apă și soluție antigel.

Sistemul de sprinklere cu apă (fig. 2.5.28 a) reprezintă sistemul normal de instalație și se aplică pentru protecția încăperilor în care temperatura nu scade sub + 4 °C și nu urcă peste 100 °C. Rețeaua de conducte este permanent umplută cu apă și menținută sub presiune. Datorită incendiului, sub acțiunea căldurii, unul sau mai multe sprinklere se deschid și, odată eliberat orificiul de curgere, apa este proiectată sub formă de jet, dispersat în picături, asupra focarului, în cantități necesare. Concomitent, aparatul de control și

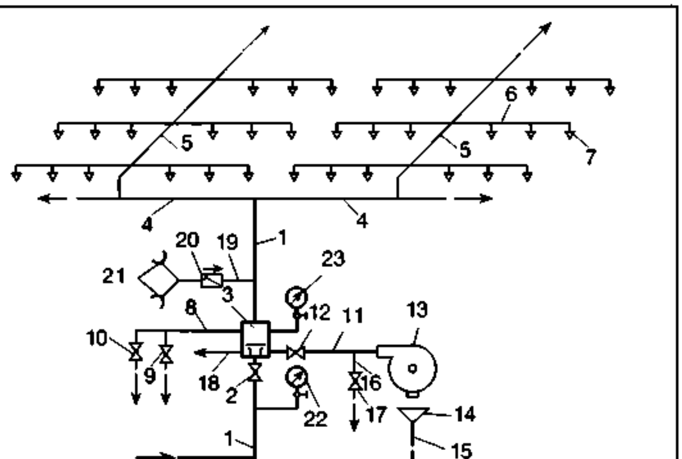


Fig. 2.5.28 a. Schema de funcționare automată a instalației cu sprinklere în sistem apă - apă:
1 - conductă principală de alimentare cu apă; 2 - robinet principal; 3 - aparat de control și semnalizare (ACS) tip apă - apă; 4 - conductă de distribuție a apei la sectoarele cu sprinklere; 5 - conductă de ramificație; 6 - distribuitor (cu diametrul constant); 7 - sprinkler; 8 - conductă de control; 9 - robinet ϕ 1/2" (în poziția deschis echivalează cu un sprinkler declanșat); 10 - robinet de control (în poziția deschis verifică alimentarea cu apă a instalației); 11 - racord la turbină de semnalizare; 12 - robinet (normal deschis); 13 - turbină; 14 - pâlnie; 15 - racord de canalizare; 16 - conductă de golire; 17 - robinet de golire; 18 - racord la instalația de semnalizare optică; 19 - racord de alimentare cu apă de la surse exterioare; 20 - clapetă de reținere; 21 - racorduri de la surse exterioare (pompe mobile) de alimentare cu apă; 22 - manometru pentru citirea presiunii apei în conducta de alimentare; 23 - manometru pentru citirea presiunii în aval de ACS.

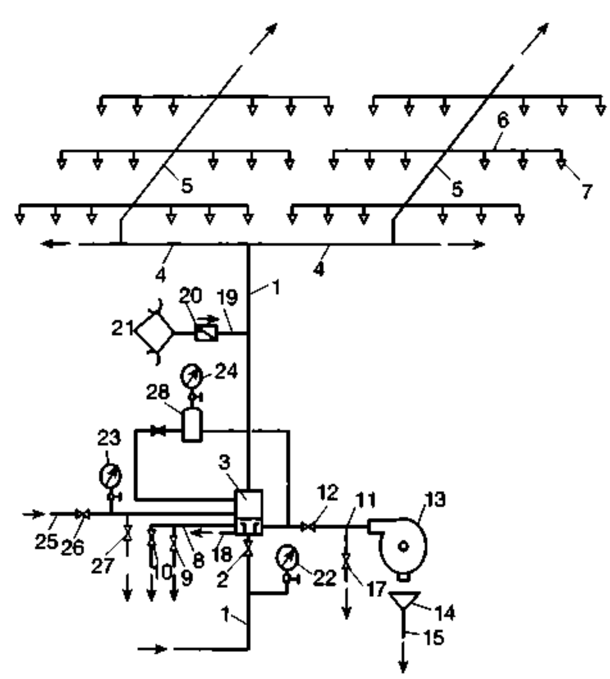


Fig. 2.5.28 b. Schema instalației automate cu sprinklere în sistem cu aer comprimat - apă:
1....21, la fel ca la fig. 2.5.26; 22 - manometru; 23 - manometru pentru aer comprimat; 24 - manometru; 25 - conductă de alimentare cu aer comprimat; 26 - robinet de închidere pe conducta de aer comprimat; 27 - robinet de purje; 28 - accelerator.

semnalizare declanșează semnalul de incendiu. Acțiunea instalației este operativă și proporțională cu gradul de dezvoltare a incendiului.

Sistemul de sprinklere cu aer comprimat (fig. 2.5.28 b) reprezintă un sistem special de instalație care se aplică pentru protecția încăperilor în care temperatura poate să scadă sub +5 °C sau să crească peste 100 °C. În acest sistem de instalație, rețeaua de conducte, aflată în aval de aparatul de control și semnalizare, se umple cu aer comprimat la presiune de 1,8 ÷ 2,0 bar, iar conducta de alimentare până la ACS, cu apă sub presiune. La deschiderea sprinklerelor, trebuie să se evacueze mai întâi aerul comprimat din conducte. Apa pătrunde în rețea cu oarecare întârziere numai după ce presiunea aerului scade astfel încât supapa diferențială a aparatului de control și semnalizare tip aer-apă să se ridice și să permită accesul apei în instalație.

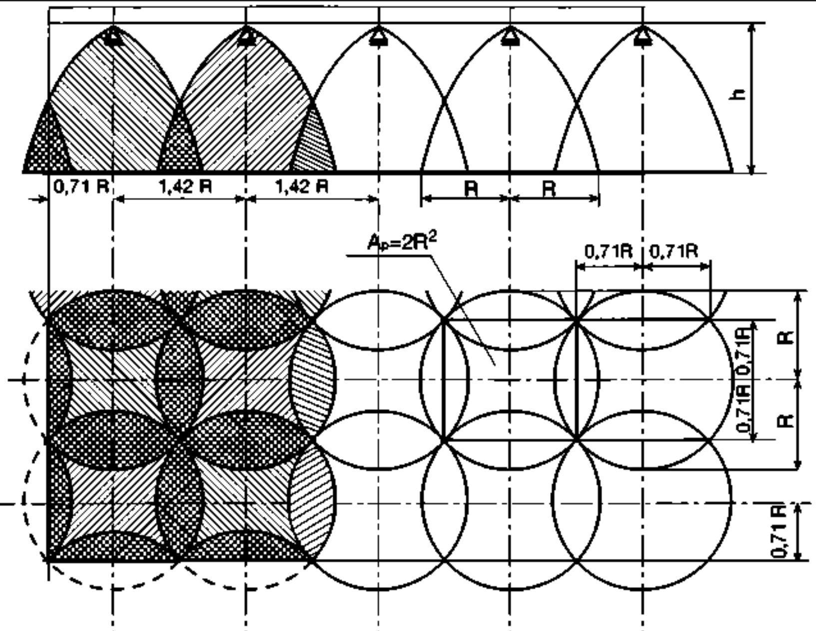


Fig. 2.5.29. Aria A_p protejată de 1 sprinkler la funcționarea în grup cu sprinklerele distanțate.

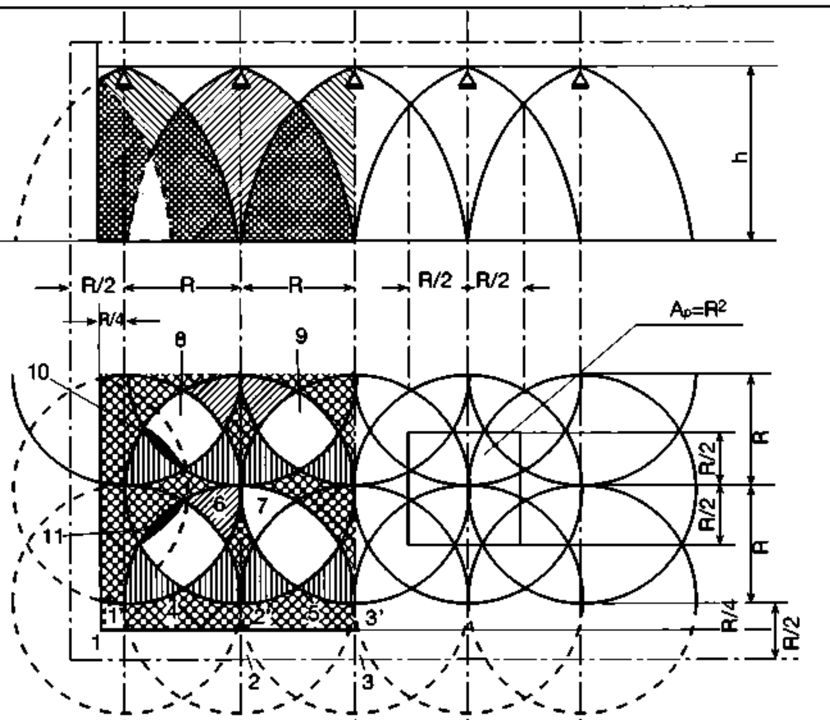


Fig. 2.5.30. Aria A_p protejată de 1 sprinkler la funcționarea în grup cu sprinklerele apropiate:

1, 1', 2 , 2', 3 și 3' suprafețe stropite de 1 sprinker; 4, 5 - suprafețe stropite cu 2 sprinklere; 6, 7 - suprafețe stropite de 3 sprinklere; 8, 9 - suprafețe stropite cu 4 sprinklere; 10, 11 - suprafețe stropite de 4 sprinklere și cu apa provenită de la stropirea pereților.

• **Determinarea numărului de sprinklere și condițiile lor de amplasare în clădiri**

Aria suprafeței stropite, aria protejată și aria de declanșare. Aria suprafeței stropite de un sprinkler se definește ca proiecția pe un plan orizontal a secțiunii transversale a jetului de apă dispersată și are aproximativ forma unei coroane circulare a cărei arie A_s, depinde de tipul sprinklerului și de înălțimea de montare H [m] a sprinklerului față de suprafața protejată, fiind aproximativ egală cu suprafață cercului cu raza egală cu raza de stropire.

$$A_s = \pi R^2 \text{ [m}^2\text{]} \qquad 2.5.7$$

Întrucât sprinklerele se montează, de regulă, în rânduri paralele, suprafața reală protejată care revine unui sprinkler are forma pătrată (fig. 2.5.29). În aceste condiții, aria reală protejată de un sprinkler A_p la funcționarea în grup este dată de relația:

$$A_p = (\sin 45° \cdot 2R)^2 = 2R^2 \text{ [m}^2\text{]} \qquad (2.5.8)$$

în care:

R - este raza de stropire a unui sprinkler [m].

În cazul în care, în zona centrală a 1 sprinkler, nu se asigură stropirea (fig. 2.5.12), sprinklerele se apropie pentru a uda întreaga suprafață (fig. 2.5.30).

Aria de declanșare A_d reprezintă aria suprafeței în care vor fi acționate, în caz de incendiu, n sprinklere din totalul de *N* sprinklere existente într-un compartiment de incendiu al clădirii.

Aria de declanșare se poate determina din analiza de risc de incendiu, ținând seama de prevederile standardului amortizat SR EN 12845 - Instalații fixe de luptă împotriva incendiului. Sisteme automate de stingere tip sprinkler. Calcul, instalare și întreținere.

Standardul SR EN 12845 stabilește o nouă clasificare în categorii de risc de incendiu, care trebuie aplicată la proiectarea oricărei instalații cu sprinkler. Conform acestei clasificări, clădirile și zonele care urmează a fi protejate de instalații cu sprinklere trebuie încadrate, în funcție de destinația clădirii (activitatea sau procesul tehnologic) și sarcina termică, în următoarele categorii de risc de incendiu:

- risc mic de incendiu - LH - spații cu zone în care materialele au sarcina termică mică, comportare la foc redusă (care nu contribuie semnificativ la dezvoltarea incendiului), iar compartimentul de incendiu are o arie mai mică de 126 m² cu elementele de construcție având rezistența la foc de cel puțin 30 minute;
- risc mediu de incendiu - OH - spații unde sunt procesate sau fabricate materiale combustibile cu o sarcină

Tabelul 2.5.20. Valorile coeficientului a_i al sprinklerelor utilizate în instalațiile de combatere a incendiilor (STAS 1478)

Tipul dispozitivului	Diametrul orificiului [mm]	H_i [kPa] 50	100	150	200
		a_i			
Sprinkler INOX	10,5	0,337	0,354	0,359	0,362
	12,0	0,387*	0,440*	0,470*	0,485*
	12,5	0,438	0,484	0,502	0,509
	14,0	0,576	0,623	0,634	0,646
Sprinkler standard	12,7	0,456	0,498*	0,512*	0,519*

* Valori informative ale coeficientului de debit

Tabelul 2.5.21 Valorile coeficientului de debit k pentru diferite clase de risc de incendiu (SR EN 12845)

Clase de risc de incendiu	Tip de sprinklere	Valori nominale ale coeficientului de debit k	Intensitatea de stingere i_s [mm H2O/min]	[l/s·m²]
LH	Convențional, cu pulverizare medie sub tavan, la nivelul tavanului, cu refulare plată, încastrat, mascat, de perete	57	2,25	0,00375
OH	Convențional, cu pulverizare medie sub tavan, la nivelul tavanului, cu refulare plată, încastrat, mascat, de perete	80	5,00	0,083
HHP și HHS sprinklere sub tavan sau sub acoperiș	Convențional, cu pulverizare medie	80 sau 115	≤ 10	0,166
	Convențional, cu pulverizare medie	115	>10	0,166
HHS sprinklere intermediare pentru depozite înalte	Convențional, cu pulverizare medie și cu refulare plată	80 sau 115	-	-

Tabelul 2.5.22. Intensitatea de stingere i_s și aria de declanșare A_s a sprinklerelor pentru materiale care prezintă pericol mare de incendiu așezate în stive normale (STAS 1478)

Destinația încăperii	Intensitatea de stingere i_s [l/s·m²]	Aria de declanșare simultană A_s [m²]
Încăperi din clădiri industriale și civile obișnuite	0,07	215
Depozite sau încăperi în care se prelucrează materiale celulozice (lemn, textile, hârtie etc.) nedepozitate în stive înalte.	0,07	260
Secții de distilare a rășinii sau terebentinei, secții de fabricare a negrului de fum, articole din cauciuc, secții de prelucrare a lacurilor și vopselelor.	0,12	260
Secții de distilare a gudronului, fabrici de chibrituri, secții de prelucrare a spumei de materiale plastice (fără depozitare)	0,17	260
Secții de fabricare și prelucrare a celuloidului	0,25	260

Observație: Aria de declanșare pentru alte cazuri decât cele prevăzute în tabel se determină experimental sau pe baze statistice, în funcție de numărul persoanelor, valoarea bunurilor materiale, pericolul de incendiu din spațiul protejat precum și de intensitatea de stingere cu apă adoptată.

termică medie și comportare la foc medie. Riscul mediu se împarte în 4 subgrupe: OH1, OH2, OH3 și OH4, condițiile de încadrare în aceste subgrupe de risc, a materialelor depozitate, sunt redate în anexele la standardul SR EN 12845;

- Risc mare de incendiu - HH - cu două subcategorii:
  - *risc mare* - HHP - cu patru subgrupe: HHP1, HHP2, HHP3 și HHP4, care acoperă activitățile unde materialele implicate au o sarcină termică mare și combustibilitate mare iar incendiile au o dezvoltare rapidă sau intensă;
  - *risc mare* - HHS - cu patru subgrupe: HHS1, HHS2, HHS3 și HHS4, care acoperă depozitele de mărfuri unde înălțimea de depozitare depășește limitele date de standard.

Debitul specific al sprinklerului $\dot{V}_{is}$ se determină cu relația:

$$\dot{V}_{is} = a_i\sqrt{\frac{H_i}{9,81}}\ \text{[l/s]} \qquad (2.5.9)$$

în care:

H_i - este presiunea disponibilă a apei în secțiunea orificiului sprinklerului [kPa];

a_i - coeficient de debitare a apei al tipului de sprinkler, care depinde de orificiul sprinklerului și are valori redate în tabelul 2.5.20 (după STAS 1478 aflat în valabilitate).

Pentru tipurile de sprinklere specificate în Norma Europeană EN 12259-1 (sprinklere sub presiune cu răspuns rapid - EFSR; sprinklere cu picătură mare; sprinklere rezidențiale; sprinklere cu zonă de acoperire sporită; sprinklere speciale de raft) și redate în Anexa L la standardul SR EN 12845, debitul specific se determină cu relația:

$$\dot{V}_{is} = k\sqrt{P}\quad \text{[l/min.]} \qquad (2.5.10)$$

în care:

P - este presiunea disponibilă a apei în secțiunea orificiului sprinklerului, (bar);

k - coeficient de debit având valorile redate în tabelul 2.5.21 (conform Anexei C din SR EN 12259-1)

Intensitatea de stropire și intensitatea de stingere cu apă. Intensitatea de stropire cu apă i_p, la funcționarea unui singur sprinkler având debitul specific $\dot{V}_{is}$ [l/s], este dată de relația:

$$i_p = \frac{\dot{V}_{is}}{A_s}\ \text{[l/s·m}^2\text{]} \qquad (2.5.11)$$

Intensitatea de stropire pentru dimensionarea instalației de sprinklere este dată de relația:

$$i_p = \frac{\dot{V}_{is\,min}}{A_s}\ \text{[l/s·m}^2\text{]} \qquad (2.5.12)$$

în care:

$\dot{V}_{is\ min}$ - este debitul specific al sprinklerului amplasat în poziția cea mai dezavantajoasă din punct de vedere hidraulic (în punctul cel mai înalt și mai îndepărtat de punctul de alimentare cu apă a instalației) [l/s].

Intensitatea de stingere i_s este o caracteristică specifică materialelor care trebuie protejate și reprezintă intensitatea minimă de stropire ce determină oprirea arderii. Intensitatea de stingere se realizează cu sprinklere, cu intensitatea de stropire egală sau mai mare ca intensitatea de stingere sau la funcționarea în grup a sprinklerelor prin suprapunerea jeturilor (fig. 2.5.29 și 2.5.30) și are valorile indicate în tabelul 2.5.20 pentru materialele cu pericol mare de incendiu.

Pentru tipurile de sprinklere specificate în EN 1259-1 (Anexa L la standardul SR EN 12845), valorile intensităților de stingere în funcție de clasa de risc de incendiu, de aria protejată și de sistemul instalației cu sprinklere (apă-apă sau apă-aer) sunt redate în tabelul 2.5.23.

Așadar, pentru stingerea incendiului este necesar ca valorile intensităților de stropire să fie mai mari sau cel puțin egale cu valorile intensităților de stingere redate în tabelele 2.5.22 sau 2.5.23.

În lipsa unor valori determinate ale ariei de declanșare, debitul de calcul al instalației cu sprinklere se stabilește considerându-se funcționarea simultană a sprinklerelor montate în compartimentul de incendiu, debit care poate fi limitat la valorile următoare:

- 30 l/s pentru construcții industriale sau civile obișnuite;
- 30...50 l/s pentru spațiile sălilor aglomerate în funcție de destinație, valoarea bunurilor și aria încăperilor separate prin pereți rezistenți la foc, cu excepția scenelor teatrelor și buzunarelor scenei, pentru care debitul se determină în raport de numărul capetelor de sprinklere montate în aceste zone;
- 75...100 l/s pentru studiouri de film sau televiziune;
- pentru încăperile de depozitare în stive înalte, în funcție de mărimea ariei minime de declanșare și a intensității de stingere indicate în prescripții specifice sau, în cazul instalațiilor cu stingere rapidă, în funcție de specificul acestora;
- pentru clădirile industriale monobloc, în funcție de volumul construit, conform tabelului 2.5.24.

Numărul n de sprinklere care funcționează simultan (din numărul total N de sprinklere montate în instalație) amplasate în aria de declanșare A_s dintr-un compartiment de incendiu al clădirii, se determină cu relația:

$$n = \frac{A_d}{A_p} \cdot \frac{i_s}{i_p} \qquad (2.5.13)$$

Se recomandă ca aria de declanșare simultană a spinklerelor să nu depășească 260 ÷ 300 m²; peste această valoare, instalația cu sprinklere își reduce mult eficacitatea. Din această cauză, instalația cu sprinklere se compune din sectoare.

Sectoarele trebuie să grupeze numai sprinklerele montate în același compartiment de incendiu al clădirii.

Fiecare sector al instalației cu sprinklere se echipează cu un aparat de control și semnalizare (fig. 2.5.28 a și 2.5.28 b) și va avea un număr de sprinklere de maximum:

- 800 buc. în cazul instalației apă-apă; în cazul în care sprinklerele sunt montate în mai multe încăperi separate între ele prin pereți și uși incombustibile, numărul sprinklerelor dintr-un sector poate fi mărit la 1 200 buc.;
- 600 buc. în cazul instalației apă-aer; în acest caz volumul rețelei de sprinklere a unui sector nu trebuie să fie mai mare de 2 m³ pentru instalațiile fără accelerator și de 3 m³ la cele cu accelerator.

În cazul în care intensitatea de stropire a unui sprinkler i_p, este inferioară intensității de stingere i_s, se adoptă o altă valoare a lui H, sau se alege alt tip de sprinkler, cu alt coeficient de debitare a_i, și, după caz, cu altă valoare a lui H_i și / sau se prevede un număr de capete de sprinklere n_p care să stropească simultan aria reală de stropire a unui sprinkler A_p, astfel ca diferența $i_p - i_s$ sau $n_p\ i_p - i_s$, să nu fie mai mare cu 5 - 10 % față de i_s.

Se menționează că, pentru înlocuirea sprinklerelor deteriorate sau declanșate în caz de incendiu, se prevede o rezervă de sprinklere, calculată separat pentru fiecare tip din cele montate, astfel dacă:

- instalația are până la 30 sprinklere, rezerva va fi egală cu numărul celor montate;
- instalația are peste 30 sprinklere, rezerva ca fi de 5÷25 % din numărul total de sprinklere, în funcție de tipul acestora, însă nu mai puțin de 30 sprinklere;
- instalația are sprinklere rezistente la coroziune, care declanșează la temperaturi mai mari de 90 °C, rezerva acestora este egală cu numărul sprinklerelor montate în sectorul cel mai mare.

Amplasarea sprinklerelor se va face în funcție de pericolul de incendiu, gradul de rezistență la foc a încăperilor, poziția și dimensiunile grinzilor, pozițiile diferitelor instalații, utilaje sau stive de materiale și de caracteristicile hidraulice și funcționale ale sprinklerelor, astfel încât să se asigure:

Tabelul 2.5.23 Valorile intensităților de stingere în funcție de clasa de risc de incendiu, la aria protejată și de sistemul instalației cu sprinklere (apă-apă sau apă-aer) (SR EN 12845)

Clasa de risc de incendiu	Intensitatea de stingere [mm H₂O/min]	Intensitatea de stingere [l/s·m²]	Aria protejată [m²] Sistem apă-apă	Aria protejată [m²] Sistem apă-aer
LH	2,25	0,0375	84	Nu este permisă. Se utilizează OH1
OH1	5,00	0,083	72	90
OH2	5,00	0,083	144	180
OH3	5,00	0,083	216	270
OH4	5,00	0,083	360	Nu este permisă. Se utilizează HHP1
HHP1	7,50	0,125	260	325
HHP2	10,00	0,166	260	325
HHP3	12,50	0,208	260	325
HHP4	Sistem prin inundare (Nu fac obiectul SR EN 12845)			

Tabelul 2.5.24. Debitul de calcul al instalației cu sprinklere la clădirile monobloc (STAS 1478)

Volumul clădirii [m³]	Până la 100 000	100 001 ... 200 000	200 001 ... 300 000	Peste 300 000
Debitul de calcul minim, $\dot{V}_{is}$, [l/s]	30	35	40	50

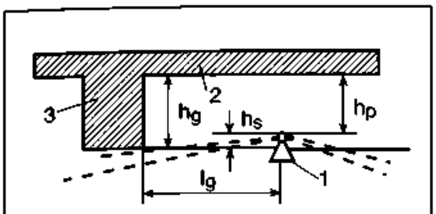


Fig. 2.5.31. Distanțele de amplasare ale sprinklerelor față de planșee și grinzi:
1- sprinkler; 2 - placă; 3 - grindă.

- condițiile de declanșare a sprinklerelor;
- intensitatea de stingere minimă normată;
- protecția elementelor portante ale construcției cu limita de rezistență la foc redusă;
- distribuirea cât mai uniformă a apei pe suprafața protejată.

Sprinklerele se montează pe conducte de distribuție și pe ramificațiile (ramurile) acestora. Pe fiecare ramură se pot monta maximum 6 sprinklere, cu excepția perdelelor de apă de protecție pe care se pot monta mai multe sprinklere.

Prin dispunere (amplasare) sau prin măsuri de protecție, sprinklerele se protejează împotriva deteriorărilor mecanice, a efectelor termice și a influențării reciproce asupra declanșării lor.

Pentru mediile corosive, se utilizează sprinklere de construcție specială (de regulă, din materiale rezistente la coroziune).

Sprinklerele se montează, de regulă, perpendicular pe suprafața protejată.

Sprinklerele se montează cu deflectorul în sus sau în jos în conformitate cu instrucțiunile producătorului, și astfel încât, jetul de apă să fie uniform dispersat pe suprafața protejată.

Pentru a evita colmatarea orificiului sprinklerului, acesta se va monta pe ramură (ramificație) prin legarea laterală sau superioară a racordului sprinklerului.

Sprinklerele se montează sub plafon și la nivelurile intermediare (de exemplu, sub pasarele).

În cazul în care există obstacole aflate sub sprinklere, care pot influența dispersarea apei, se impune montarea unor sprinklere suplimentare.

La amplasarea și montarea sprinklerelor se respectă următoarele prevederi:

- distanța minimă între deflectorul sprinklerului și suprafața protejată este, de regulă, 0,60 m;
- distanța între sprinklere și pereți nu trebuie să fie mai mare decât jumătatea distanței dintre sprinklere;
- distanța dintre deflector și tavanul continuu, măsurată în plan vertical, este de minimum 8 cm și de maximum 40 cm. Dacă obiectele existente în încăpere sunt stivuite, introduse sau depozitate pe etajere (exceptând cazul depozitelor cu stive înalte), spațiul liber în jurul deflectoarelor trebuie să fie de 0,90 m (emisferă cu raza de 0,90 m sub deflector);
- la acoperișurile înclinate sau la luminatoare, sprinklerele se amplasează în poziție verticală la cel mult 90 cm sub coama acestor elemente de construcții;
- sprinklerele montate în dreptul grinzilor pot avea deflectorul situat la minimum 2,5 cm sub partea inferioară a grinzii;
- la clădirile cu planșee cu grinzi înalte și dese (90...225 cm între ele), distanța dintre deflectorul sprinklerului și planșeu h_p [cm] trebuie să fie mai mică decât înălțimea grinzii h_g [cm], cu înălțimea de siguranță h_s [cm] (fig. 2.5.31), conform datelor din tabelul 2.5.25;
- la spațiile de depozitare cu stive sau stelaje înalte, amplasarea sprinklerelor se face atât la tavan cât și la nivelurile intermediare dintre stive sau la nivelul acestora. Distanța dintre deflectorul sprinklerului și stive este de 45 ÷ 90 cm, în funcție de forma jetului, distanța pe orizontală între elementele de construcții, instalații sau utilaje, așa încât să nu fie împiedicată dispersarea normală a jetului. La montarea sprinklerelor din stelaje, distanța minimă de protejare față de materialele depozitate este de 15 cm, și se vor lua măsuri de protejare a materialelor depozitate pentru a nu fi degradate de sprinklerele de la nivelurile superioare. Poziția de montare a sprinklerelor cu deflectorul în sus sau în jos se stabilește în funcție de forma deflectorului și secțiunea transversală a jetului de apă dispersată; la instalațiile în sistem aer-apă se utilizează numai sprinklere care au poziția de montare cu deflectorul în sus;
- în cazul clădirilor cu tavane suspendate incombustibile, sprinklerele se amplasează astfel încât dispersarea apei să nu fie împiedicată de elementele tavanului, iar la tavanele suspendate, executate din materiale combustibile, situate la distanțe mai mari de 90 cm de planșeu, se prevăd sprinklere atât sub tavan cât și în spațiul dintre tavan și planșeu;
- la golul scărilor rulante sau la golurile neprotejate din planșee, se prevăd ecrane incombustibile, continue, cu înălțimea de 45 cm, pentru a

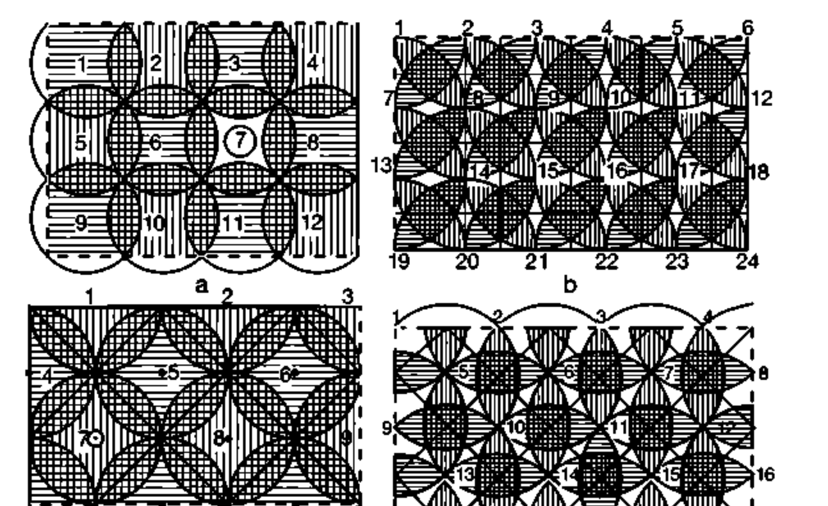


Fig. 2.5.32. Modul de amplasare a sprinklerelor deasupra ariei protejată, ținând seama de raza de stropire:
a - sprinklere așezate paralel, cu condiția stropirii ariei protejate de 1 sprinkler; b - idem, cu condiția stropirii ariei protejate de 2 sprinklere; c - sprinklere așezate decalat, cu condiția stropirii ariei protejate de 1 sprinkler; d - idem, cu condiția stropirii ariei protejate de 2 sprinklere.

Tabelul 2.5.25. Înălțimea de siguranță h_s pentru amplasarea deflectorului sprinklerelor față de înălțimea grinzilor h_g

h_g [cm]	≤ 30	30-60	60-75	75-90	90-105	105-120	120-135	135-150	150-165	165-180
h_s [cm]	0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	17,5	22,5	27,5	35,5

împiedica împrăştierea aerului cald provenit dintr-un eventual incendiu prin efectul de tiraj. Sprinklerele, în acest caz, se montează la maximum 1,80 m de ecranul incombustibil;

- în cazul sprinklerelor amplasate la mică distanță între ele, când există pericolul stropirii reciproce, ce ar avea ca efect întârzierea declanşării lor, între sprinklere, se prevăd ecrane care coboară sub nivelul deflectorului cu 5÷8 cm;
- dacă în locul uşilor sau încăperilor antifoc se prevăd tambure deschise antifoc, acestea se prevăd cu 1 sprinkler pentru 1 m² suprafață de tambur;
- se urmăreşte ca materialele amplasate sub cota capetelor sprinklerelor, să nu reducă câmpul de stropire a acestora;
- sprinklerele pot fi amplasate în rânduri paralele (fig. 2.5.32 a şi 2.5.32 b) sau decalate (fig. 2.5.32 c şi 2.5.32 d), distanțele între sprinklere rezultând din condiția ca intensitatea de stropire a unui sprinkler, la funcționarea în grup, să fie mai mare sau cel puțin egală cu intensitatea de stingere. În funcție de forma jetului de apă dispersat pot apare unele zone de suprafețe neudate (cercurile albe din fig. 2.5.32 a şi 2.5.32 c) rezultând necesitatea apropierii sprinklerelor, în care caz unele zone vor fi udate de 3 sau 4 sprinklere (zonele haşurate pe fig. 2.5.32 b şi 2.5.32 d).

• **Rețeaua de conducte a instalației cu sprinklere** poate fi ramificată sau inelară.

Se recomandă separarea rețelei de alimentare cu apă a sprinklerelor de rețeaua cu hidranți de incendiu interiori sau de alte tipuri de rețele.

Ramificațiile (ramurile rețelei) se prevăd la capete, cu armături care permit aerisirea şi curățarea periodică a conductelor.

În punctele cele mai ridicate ale rețelei de sprinklere, corespunzător fiecărui sector de sprinklere, se prevede un robinet de închidere cu portfurtun pentru spălarea conductelor şi un ştuț cu robinet şi mufă pentru montarea unui manometru.

Pentru eliminarea aerului sau a apei din rețelele de sprinklere, acestea se montează cu pante de 2...5 ‰; pantele mai mari luându-se pentru cele cu diametrul mai mic.

În cazul în care mai multe încăperi, situate pe acelaşi nivel sau pe diverse niveluri, sunt protejate de aceeaşi instalație, trebuie să se poată localiza intrarea în funcțiune a sprinklerelor pe fiecare ramură a instalației. Acest lucru se poate realiza prin montarea unor indicatoare de trecere a apei, instalate pe fiecare ramură a instalației.

Aparatele de control şi semnalizare tip apă-apă sau tip apă-aer, în funcție de sistemele de instalații cu sprinklere adoptate, împreună cu dispozitivele anexe, se montează pe conducta principală de alimentare cu apă a fiecărui sector de sprinklere, în încăperi proprii sau în alte încăperi cu alte destinații, dar care nu prezintă pericol de incendiu.

Încăperea trebuie să asigure spațiul necesar servirii şi reparării aparatelor de control şi semnalizare, să fie încălzită şi cu acces direct din spațiile de circulație comună.

Dacă încăperea are şi altă destinație, aparatele de control şi semnalizare se montează într-un dulap închis, cu uşiță şi geam, asigurat cu încuietoare şi iluminat de siguranță corespunzător.

Aparatul de control şi semnalizare trebuie montat în poziție verticală, ținând seama şi de indicațiile producătorului.

Flanşa inferioară a robinetului principal, aflat pe conducta de alimentare a stației, trebuie să se afle la înălțimea de 0,6 m față de pardoseală.

Clopotele sistemelor de semnalizare se montează pe elementele de construcții verticale, de regulă, spre exterior sau astfel încât semnalul să fie recepționat cu uşurință de ocupanții clădirii, asigurându-se şi semnalizarea electrică (optică şi acustică) la încăperea serviciului de pompieri sau la un punct de supraveghere permanent.

În lipsa indicațiilor producătorului, distanța pe orizontală dintre stație şi turbina hidraulică nu trebuie să fie mai mare de 25 m, iar pe verticală mai mare de 6 m.

Pentru alimentarea cu apă a instalației cu sprinklere de la pompele mobile de incendiu se prevăd racorduri fixe tip B, amplasate în exterior, în locuri uşor accesibile utilajelor de intervenție.

Numărul acestora se stabileşte în funcție de debitul instalației, considerând 15 l/s pentru fiecare racord.

Pe fiecare racord se montează câte o clapetă de reținere.

Pentru a putea controla, în permanență, presiunea apei şi a aerului, se montează manometre în diferite puncte ale instalației, cum sunt: deasupra aparatului de control şi semnalizare, sub robinetul principal de închidere (pe conducta principală cu apă), precum şi în punctul cel mai îndepărtat şi mai înalt (cel mai dezavantajat) al fiecărui sector.

Manometrele vor fi montate astfel încât să se poată asigura citirea uşoară a indicațiilor, iar pe cadran se va însemna domeniul presiunilor de lucru al instalației.

Probele hidraulice ale instalației cu sprinklere se execută la 1,5 ori presiunea de regim.

Pentru reducerea pagubelor, se recomandă să se asigure evacuarea din clădire a apei provenite de la instalația de sprinklere, fie la teren, fie la instalația de canalizare.

2.5.4.3 Calculul hidraulic al conductelor de alimentare cu apă rece a sprinklerelor

• **Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor** $\dot{V}_{is}$ se determină considerând funcționarea simultană a sprinklerelor amplasate în aria A_s, de declanşare a sprinklerelor dintr-un compartiment de incendiu al clădirii, cu relația:

$$\dot{V}_{is} = \sum_{j=1}^{n} \dot{V}_{isj} \ [l/s] \qquad (2.5.14)$$

în care:

n - este numărul sprinklerelor prevăzute să funcționeze simultan - montate în aria de declanşare A_s - determinat cu relația (2.5.13);

$\dot{V}_{isj}$ - debitul specific pentru un sprinkler determinat cu relația (2.5.9) sau (2.5.10).

Debitul de calcul al unui sector de sprinklere (prin debitul specific al sprinklerului) depinde de presiunea disponibilă în secțiunea orificiului fiecărui sprinkler.

Presiunea minimă la nivelul sprinklerului se determină astfel încât să se asigure dispersia corespunzătoare a apei şi intensitatea de stingere minimă necesară în punctele cele mai îndepărtate.

• **Dimensionarea conductelor şi calculul pierderilor totale de sarcină**

La calculul hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu sprinklere se ține seama de următoarele particularități:

- pentru a se asigura funcționarea normală a instalației cu sprinklere, debitul sprinklerului montat pe o conductă (ramură) a rețelei, în situația cea mai favorabilă (cel mai apropiat de punctul de intrare a apei în conducta respectivă), nu va depăşi cu 15 % debitul sprinklerului din situația cea mai defavorabilă (cel mai depărtat de punctul de intrare a apei în conductă), ceea ce revine la limitarea pierderii totale de sarcină pe ramura respectivă, între sprinklerele extreme, considerând că acestea au aceeaşi înălțime geodezică;
- pentru a determina debitul la fiecare sprinkler, se calculează, în prealabil, presiunea disponibilă la sprinklerul respectiv;
- în cazurile în care echilibrarea hidraulică a rețelei nu se poate realiza numai prin dimensionarea la vitezele maxime admise ale apei, se prevăd diafragme pe ramurile cu presiune în exces.

• **Dimensionarea conductelor instalației cu sprinklere**

Se pune condiția ca între debitele

sprinklerelor extreme montate cel mai îndepărtat și, respectiv, cel mai apropiat de punctul de intrare a apei, să nu existe o variație de debit mai mare de 15 %: $\dot{V}_n = 1,15 \times \dot{V}_1$.

Cunoscând că:

$$\dot{V}_1 = a_i \cdot \sqrt{\frac{H_i}{9,81}} \qquad (2.5.15)$$

$$\dot{V}_n = a_i \cdot \sqrt{\frac{H_n}{9,81}} \qquad (2.5.16)$$

și

$$H_n = \frac{9,81 \cdot \dot{V}_n^2}{a_i^2} = \frac{9,81 \cdot 1,3225 \cdot \dot{V}_1^2}{a_i^2} \qquad (2.5.17)$$

se calculează pierderea de sarcină liniară specifică medie cu relația:

$$i_{med} = \frac{H_n - H_i}{1,35 \cdot \sum_{i=1}^{n} l_i} = \frac{9,81 \cdot 0,3225 \cdot \dot{V}_1^2}{1,35 \cdot \sum_{i=1}^{n} l_i \cdot a_i^2} = 2,34 \cdot \frac{\dot{V}_1^2}{\sum_{i=1}^{n} l_i a_i^2} \quad [\text{Pa/m}] \qquad (2.5.18)$$

în care:

$\sum_{i=1}^{n} l_i$ este suma lungimilor tronsoanelor de conducte pe traseul dintre sprinklerele extreme amplasate în aria de declanșare simultană.

Cunoscând debitul la primul sprinkler $\dot{V}_1$ și i_{med}, se dimensionează primul tronson de conductă (folosind nomogramele de dimensionare a conductelor cu țevi din oțel pentru apă rece, din fig. 2.5.27) și pierderea de sarcină pe acest tronson, apoi debitul la sprinklerul următor și calculul continuă, determinând succesiv debitele la fiecare sprinkler și debitul de calcul al fiecărui tronson, pe traseul principal până la punctul de alimentare cu apă a instalației de sprinklere. În final, se determină sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației de sprinklere. Dacă pe unul din tronsoanele de conducte se ajunge la debitul maxim admis, se continuă calculul hidraulic pentru tronsoanele următoare ale traseului principal, cu valoarea debitului maxim și cu i_{med}.

Dimensionarea ramurilor care nu fac parte din aria de declanșare simultană a sprinklerelor se efectuează la sarcinile disponibile din nodurile traseului principal. Prin aplicarea procedeului de calcul arătat mai sus, rezultă că tronsoanele de conducte ale instalației cu sprinklere vor avea diametre diferite și se va ține seama ca diametrele conductelor să fie monoton crescătoare, de la sprinklerul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic spre punctul de alimentare cu apă al rețelei.

- **Dimensionarea conductelor instalației cu sprinklere considerând același debit la fiecare sprinkler**

În acest caz, debitul de calcul al unui tronson de conductă rezultă prin însumarea debitelor sprinklerelor alimentate cu apă din acel tronson de conductă.

Calculul hidraulic se efectuează mai întâi pentru traseul principal, de alimentare cu apă a sprinklerului cel mai dezavantajat, amplasat în sectorul cu n sprinklere cuprinse în aria de declanșare simultană. Cunoscând debitul de calcul al fiecărui tronson de conductă și alegând viteze medii ale apei până la valoarea maximă admisă de 5 m/s, dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se efectuează cu nomogramele din fig. 2.5.27. În final, se determină sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă a instalației cu sprinklere. Ramurile secundare se dimensionează la sarcinile disponibile din nodurile traseului principal de conducte al rețelei. Consecința acestui procedeu de calcul este că atât la racordul fiecărui sprinkler, cât și pe ramificațiile secundare, trebuie prevăzute diafragme pentru consumarea sarcinii (presiunii) în exces h_e.

Pentru calculul unei diafragme se determină, în prealabil, coeficientul de pierdere de sarcină locală necesar ξ_{nec}, din nomograma redată în fig. 2.4.70, cunoscând sarcina în exces (care va fi egală cu pierderea de sarcină locală în diafragmă) și viteza apei pe tronsonul de conductă respectiv. Cunoscând ξ_{nec}, cu nomograma din fig. 2.5.33 se determină valoarea raportului A_0/A_1 între aria A_0 a secțiunii orificiului diafragmei și aria A_1 a secțiunii transversale a conductei care trebuie diafragmată, din care se deduce raportul d_0/d_1 între diametrul d_0 al orificiului diafragmei și diametrul interior d_1 al conductei, de aici rezultând imediat

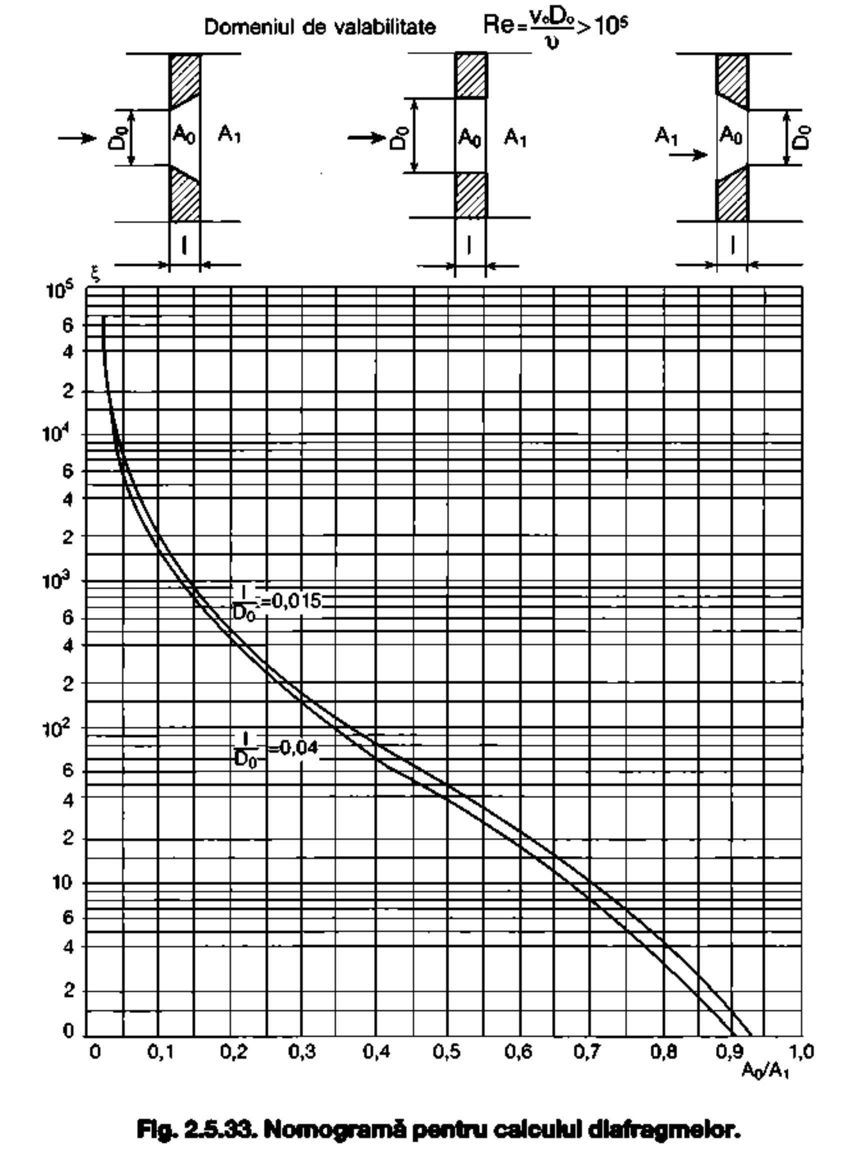


Fig. 2.5.33. Nomogramă pentru calculul diafragmelor.

diametrul d_0 cunoscând diametrul d_t.

Procedeul de dimensionare a conductelor cu diametre diferite conduce la reducerea consumului de metal, a debitului de calcul și a rezervei de apă pentru combaterea incendiului, dar este îngreunată execuția instalației, fiind necesară montarea diafragmelor pe racordurile fiecărui sprinkler și pe conductele ramurilor secundare ale rețelei.

Exemplul de calcul 3

Se efectuează calculul hidraulic de dimensionare a conductelor instalației cu sprinklere din interiorul unei secții de prelucrare a lacurilor și vopselelor (fig. 2.5.34) și se determină sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord al instalației la rețeaua exterioară de alimentare cu apă. Hala are un singur nivel, cu dimensiunile în plan de 30 x 24 m și înălțimea sub grinzi de 3 m. Instalația se execută cu țevi din oțel.

Rezolvare: Pentru secțiile de prelucrare a lacurilor și vopselelor, din tabelul 2.5.22, rezultă intensitatea de stingere i_s = 0,12 l/s.m² și aria de declanșare simultană a sprinklerelor A_s = 260 m².

Se aleg sprinklere cu diametrul orificiului d = 14 mm, pentru care, din tabelul 2.5.20, rezultă la o valoare a presiunii de utilizare în secțiunea orificiului:

H_i = 100 kPa, valoarea coeficientului

a_i = 0,623 și o rază de stropire de 3,2 m, pentru înălțimea de amplasare de 2,8 m față de pardoseală, conform datelor din tabelul 2.5.20 și din fig. 2.5.13.

Aria stropită de un sprinkler este:

$A_s = \pi R^2 = 3,14 \times 3,2^2 = 32,15$ m²

Debitul specific al sprinklerului se calculează cu relația 2.5.9 și este:

$$\dot{V}_{is} = a_i \cdot \sqrt{\frac{H_i}{9,81}} =$$

$$= 0,623 \cdot \sqrt{\frac{100}{9,81}} = 1,989 \text{ l/s}$$

Intensitatea de stropire i_p este dată de relația 2.5.11:

$$i_s = \frac{1,989}{32,15} = 0,062 \text{ l/s·m}^2$$

Datorită faptului că intensitatea de stropire este mai redusă față de intensitatea de stingere prescrisă de 0,12 l/s·m², sprinklerele se vor apropia ca în fig. 2.5.30, asigurându-se dublarea intensității de stropire:

$I_p = 2 \times 0,062 = 0,124$ l/s·m²

Din tabelul 2.5.20 nu s-a putut găsi un sprinkler care să asigure intensitatea prescrisă, valoarea maximă fiind de *0,080* l/s·m² pentru sprinklerul cu diametrul orificiului de 14 mm și presiunea de utilizare de 200 kPa.

Suprafața de stingere care revine pentru 1 sprinkler, la funcționarea în comun, este prezentată în fig. 2.5.30 și are mărimea de:

$A_p = R^2 = 3,2^2 = 10,24$ m²

În fig. 2.5.34 a, se prezintă modul de amplasare a sprinklerelor pentru a proteja hala cu dimensiunile 30 x 24 m. Distanța de amplasare a sprinklerelor față de pereții halei este mai mică față de cea prescrisă de până la 0,5 R.

Aria de declanșare de 260 m² se poate considera aleator pe suprafața halei dar, pentru calculul hidraulic al rețelei, situația cea mai defavorabilă corespunde ariei situată spre ultimele rânduri de sprinklere (zona hașurată din fig. 2.5.34 a).

Pentru aria de declanșare de 260 m² rezultă dimensiunile de 24 x 10,83 m și un număr de 32 de sprinklere.

Pentru calculul hidraulic se utilizează schema din figura 2.5.34 b. Calculul începe cu R_1, tronsonul 1.1 și se continuă până la tronsonul 1.14.

Datele de calcul sunt prezentate în tabelul 2.5.26, anexa I.2.5. și conțin elementele necesare pentru stabilirea diametrului fiecărui tronson, a presiunii necesare pentru asigurarea debitului de calcul și elementele pentru calculul diafragmelor.

Pentru calculul hidraulic se utilizează nomogramele din fig. 2.5.27 și tabelele 2.5.18 și 2.5.19, anexa I.2.5, precum și fig. 2.4.70.

Cunoscând debitul de calcul al primului sprinkler, se dimensionează tronsonul 1.1 și se stabilește presiunea disponibilă în dreptul punctului de racord al celui de al doilea sprinkler.

Debitul de calcul al celui de al doilea

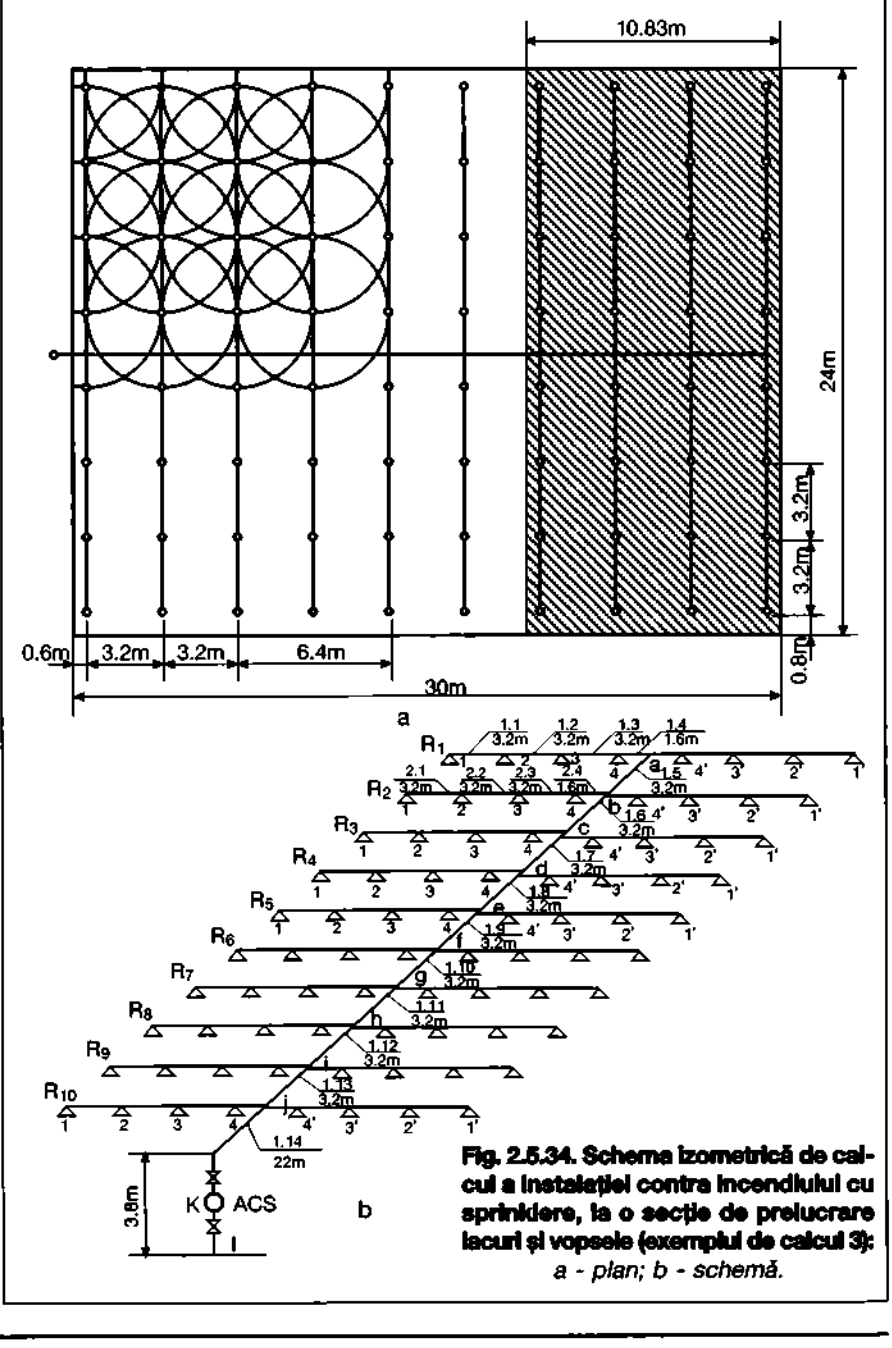


Fig. 2.5.34. Schema izometrică de calcul a instalației contra incendiului cu sprinklere, la o secție de prelucrare lacuri și vopsele (exemplul de calcul 3): *a - plan; b - schemă.*

sprinkler se stabilește cu relația 2.5.9, respectiv:

$$\dot{V}_{is} = 0{,}623\sqrt{\frac{107{,}07}{9{,}81}} = 2{,}06 \text{ l/s.}$$

Procedând în același fel, pentru sprinklerul 3 va rezulta un debit de calcul de 2,11 l/s și pentru sprinklerul 4 un debit de 2,15 l/s.

Diferența de debite dintre primul și al patrulea sprinkler este de 7,5 %, respectând condiția de a nu fi mai mare de 15 %. Dacă s-ar fi adoptat diametre mai mici la dimensiunile imediat următoare, încă de la al doilea sprinkler s-ar fi depășit diferența dintre debite de 15 %.

Pentru a se menține diferența de 7,5 % între sprinklerele cele mai depărtate și cele mai apropiate, toate ramurile de la 2 la 10 au fost dimensionate, calculele fiind efectuate cu ajutorul relației 2.4.35.

Diferența de presiune între punctul de referință a și punctul b s-a notat cu h_e, presiunea excedentară care se preia prin diafragma de pe ramurile *R2* stânga și dreapta.

$$h_e = \sum \xi \frac{v^2}{2} \text{ [kPa]}$$

Diametrul diafragmei se stabilește cu ajutorul nomogramei din fig. 2.5.33, cunoscând mărimea rezistenței locale care se obține din relația 2.4.35:

$$\sum \xi = \frac{2h_e}{v^2}$$

unde:

h_e - presiunea excedentară, [kPa].

Viteza s-a considerat de 2,4 m/s corespunzătoare tronsonului 1.4 și diametrul interior al țevii D_i = 68,7 mm pentru țeava cu diametrul exterior D_e = 76 mm.

Prevăzându-se diafragme, toate ramurile de la R2 la R10, stânga și dreapta, vor avea aceleași diametre ca tronsoanele de pe ramura R1.

Sarcina hidrodinamică necesară, determinată în punctul I (fig. 2.5.34 b) de racord al instalației de sprinklere la rețeaua exterioară de alimentare cu apă este $H_{nec\ tot}$ = *646,499* kPa.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$:

Tronson: 1.1

1 cot D_e 48,3 mm	1 x 1,2 = 1,2
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 reducție	1 x 0,3 = 0,3
	Total 2,0

Tronsoane: 1.2; 1.3

1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 reducție	1 x 0,3 = 0,3
	Total 0,8

Tronson: 1.4

1 teu de bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 2,0

Tronsoane: 1.5 ... 1.13

2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0
	Total 1,0

Tronson: 1.14

1 cot D_e 165,2 mm	1 x 1,0 = 1,0
2 robinete cu ventil înclinat	2 x 2,0 = 4,0
1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 7,0

2.5.5. Instalații cu drencere pentru combaterea incendiilor

2.5.5.1 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații cu drencere

Instalațiile cu drencere pot fi utilizate pentru:
- stingerea incendiilor;
- protecție împotriva incendiilor, cu perdele de apă.

Drencerele pentru stingerea incendiilor se prevăd la:
- încăperile cu pericol mare de incendiu ca: platouri de filmare, hangare pentru avioane, garaje mari etc., unde, din cauza propagării rapide a focului sau din alte considerente, nu pot fi utilizate cu destulă eficiență alte mijloace de stingere;
- scenele teatrelor, expoziții și alte săli aglomerate, în care publicul se află în prezența unor cantități mari de materiale combustibile;
- depozite de materiale sau substanțe combustibile cu degajări mari de căldură (cauciuc, celuloid, alcooli etc.).

Perdelele de apă pentru protecție împotriva incendiilor, folosind drencere, se prevăd pentru protejarea:
- elementelor de închidere a golurilor (uși, ferestre etc.) din pereții despărțitori, pentru a evita transmiterea focului de la o încăpere la alta;
- cortinelor, ușilor sau obloanelor din pereți antifoc;
- porțiunilor de încăperi cu pericol de incendiu;
- golurilor scărilor rulante;
- clădirilor din exterior, când nu sunt amplasate la distanțe de siguranță la foc (fațade, acoperișuri);
- coloanelor tehnologice înalte din industria chimică și petrochimică.

2.5.5.2 Soluții constructive și scheme ale instalațiilor de alimentare cu apă a drencerelor

• **Sisteme și scheme de instalații cu drencere**

Instalațiile cu drencere se compun din:
- drencere;
- rețele de conducte;
- robinete (vane) și dispozitive de acționare;
- surse de alimentare cu apă: branșamente, rezervoare pentru stocarea rezervei intangibile de apă necesară combaterii incendiului și stații de pompare a apei, cuplate cu rezervoare și recipiente de hidrofor;
- racorduri pentru cuplarea pompelor mobile de incendiu.

Întrucât drencerele sunt corpuri de sprinklere fără ventil, având orificiul permanent deschis, se utilizează în instalații fixe a căror caracteristică principală o constituie faptul că, în poziție de așteptare, conductele sunt pline cu apă numai parțial, și anume de la sursă până la dispozitivul de acționare a instalației cu drencere.

Sistemele de instalații cu drencere pot fi cu acționare: automată sau manuală.

Sistemul cu acționare automată se recomandă în toate cazurile și, în mod obligatoriu, în cazul în care drencerele sunt utilizate pentru stingerea incendiilor în încăperi sau pentru crearea unor perdele de apă necesare protecției golurilor din pereții antifoc, în locurile în care nu se lucrează permanent sau dacă operațiunile de acționare manuală nu se pot efectua în timp util.

Instalația cu drencere cu acționare automată este prezentată în fig. 2.5.35.

În caz de incendiu, detectoarele din zonă comandă, prin circuitul de impuls, deschiderea dispozitivului de acționare automată, care permite pătrunderea apei în conducte și dispersarea acesteia de către drencere, în jeturi simultane, pe întreaga arie protejată.

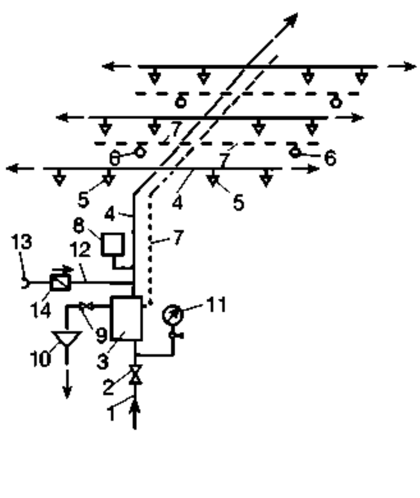


Fig. 2.5.35. Schema de funcționare a instalației cu drencere, cu acționare automată:
1 - conductă de alimentare cu apă; 2 - robinetul principal de închidere; 3 - dispozitivul de acționare automată a instalației; 4 - rețea de conducte pe care se montează drencerele; 5 - drencer; 6 - detector de incendiu; 7 - circuit de impuls; 8 - dispozitiv de confirmare a comenzii de deschidere a alimentării cu apă; 9 - robinet de golire; 10 - pâlnie; 11 - manometru; 12 - conductă de racord; 13 - racord fix la pompe mobile de incendiu; 14 - clapetă de reținere.

Concomitent, dispozitivul de confirmare a comenzii de deschidere a alimentării cu apă emite semnalul de incendiu, care poate fi numai local (unde se află amplasată instalația cu drencere) sau local și centralizat (la punctul de comandă al formației de pompieri). De asemenea, în cazul telecomandării instalației este necesar să se confirme acționarea la punctul de comandă. În acest scop, se montează, după dispozitivul de acționare, un manometru cu contacte electrice sau un presostat, care semnalizează, prin circuitul electric, momentul în care apa a pătruns în rețeaua de conducte. Se poate utiliza pentru semnalizare și o supapă tip apă-apă, montată pe conducta principală de alimentare cu apă, înaintea dispozitivului de acționare, prevăzută cu turbină cu clopot sau semnalizare electrică.

Pentru detectarea incendiului și transmiterea impulsului de deschidere a dispozitivului de acționare a instalației se pot utiliza:
- detectoare automate și circuite electrice;
- cabluri cu elemente fuzibile și conductă de impuls cu supape automate cu pârghii;
- sprinklere montate pe conducta de impuls.

Dispozitivele de acționare automată sau de la distanță a instalației cu drencere pot fi:
- ventile electromagnetice;
- robinete acționate electric;
- supape de acționare în grup.

Ventilele electromagnetice, montate pe conductele principale de alimentare cu apă a sistemelor drencer, se află în mod normal în poziția închis și scoase de sub tensiunea rețelei electrice. Comanda deschiderii lor se face în mod automat, când instalația de detectare emite un impuls electric sau manual, când se acționează local sau de la distanță un buton prevăzut în circuitele instalației. Ventilul electromagnetic poate fi acționat și direct, printr-o roată de manevră plasată sub el și care ridică mecanismul corpului sertar de pe scaunul de etanșare; în caz de incendiu se execută această operație, întotdeauna, după acționarea automată a instalației, pentru eventuale căderi de tensiune în circuitul electric de alimentare.

Robinetele acționate electric pot fi, după caz, robinete cu ventil sau vane cu servomotor și sunt utilizate la instalații automate sau telecomandate. Aceste robinete se montează pe conducta principală de apă, în plan orizontal sau vertical, după indicațiile furnizorului, respectându-se cu strictețe sensul de curgere indicat cu săgeată pe corpul aparatului. Ca și ventilele electromagnetice, robinetele acționate electric, folosite în sistemul de protecție contra incendiului, sunt prevăzute cu o roată de manevră pentru acționarea manuală în cazul întreruperii accidentale a alimentării cu energie electrică.

Supapele universale pentru acționare în grup sunt dispozitive simple și sigure de deschidere a accesului apei în rețeaua de drencere, comanda făcându-se automat și/sau manual, prin intermediul unor detectoare și a unei conducte de impuls, umplută cu apă. Pentru exemplificare, în fig. 2.5.36. este reprezentată schema unui sector de drencere cu supapă universală de acționare în grup comandată prin cabluri cu elemente fuzibile. Cablurile cu elemente fuzibile, care mențin în poziție închis supapele de impuls, se montează la partea superioară a încăperii, în zona drencerelor, la 10 ÷ 40 cm sub plafon. Distanța dintre elementele fuzibile va fi de maximum 2,5 m în încăperile cu pericol mare de incendiu și 3 m în celelalte cazuri. Conducta de impuls se leagă direct la camera interioară a supapei universale (fig. 2.5.37), iar printr-un robinet cu orificiu mic la conducta de alimentare cu apă.

Presiunea apei în conducta principală, în conducta de impuls și în camera interioară, este aceeași. Ca urmare a ariilor inegale, forța de presiune care se exercită pe fața superioară a pistonului este mai mare decât cea care acționează de jos în sus, pe fața inferioară rămasă în contact cu apa din conducta de alimentare, ținându-l presat cu garnitura de cauciuc pe scaunul supapei.

În caz de incendiu, elementele fuzibile se topesc, supapele de impuls se deschid, presiunea în camera interioară, aflată în comunicare cu conducta de impuls, scade și supapa se ridică. Apa pătrunde în rețeaua de distribuție și este dispersată pe zona protejată prin drencere. Efectul este similar dacă se acționează manual robinetul 9 (fig. 2.5.36) sau dacă pe conducta de impuls sunt montate sprinklerele care declanșează la incendiu.

Comanda automată a unor grupuri mici de drencere din ansamblul instalației se poate realiza folosind ventile de construcție specială (fig. 2.5.38) montate pe rețeaua de conducte. În acest caz, pe conducta principală a instalației, după robinetul de închidere, se montează un aparat de control și semnalizare (ACS) tip apă-apă - dacă instalația este permanent plină cu apă până la ventilele automate - sau unul tip aer-apă, respectiv aer și apă, când pe timp rece se introduce aer în instalație, între ACS și ventilele automate.

Ventilul automat acționează ca un sprinkler, fiind prevăzut cu o fiolă de sticlă (fig. 2.5.38 b) sau cu declanșator cu aliaj ușor fuzibil. Sub acțiunea căldurii degajate de incendiu, se sparge fiola sau se topește fuzibilul ce ține închis ventilul automat, care este împins în jos și apa trece din conducta de alimentare, simultan, prin toate drencerele aferente ventilului declanșat.

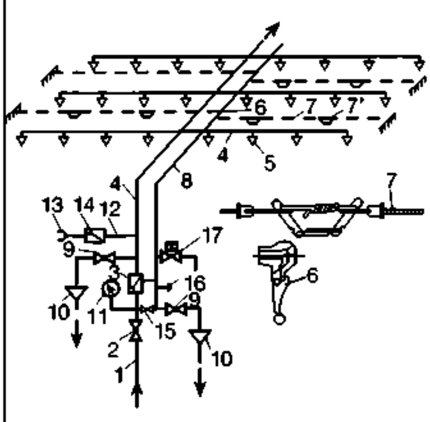


Fig. 2.5.36. Schema unei instalații cu drencere, cu supapă universală de acționare în grup și cabluri cu elemente fuzibile:
1, 2, 4, 5, la fel ca fig. 2.5.35; 3 - supapă universală de acționare în grup; 6 - supapă de impuls cu pârghie; 7 - cablu asamblat cu elemente fuzibile; 7' - element fuzibil; 8 - conductă de impuls; 9 - robinet de golire; 10 - pâlnie de golire; 11 - manometru; 12 - conductă de racord; 13 - racord fix la pompe mobile de incendiu; 14 - clapetă de reținere; 15 - robinet cu orificiul mic; 16 - supapă de impuls cu pârghie; 17 - robinet cu acționare electrică.

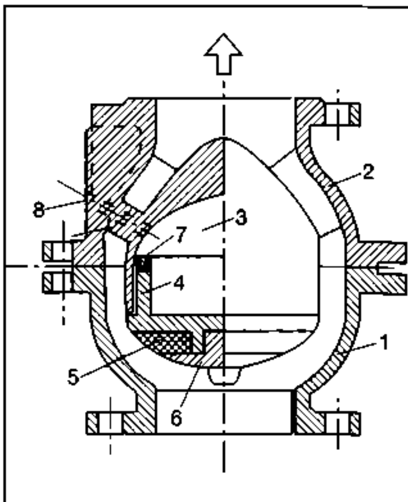


Fig. 2.5.37. Supapă universală de acționare în grup:
1 - corpul inferior; 2 - corpul superior; 3 - cameră interioară; 4 - piston cilindric; 5 - garnitură din cauciuc; 6 - capac; 7 - manșon de etanșare; 8 - canal de comunicare a camerei interioare cu conducta de impuls.

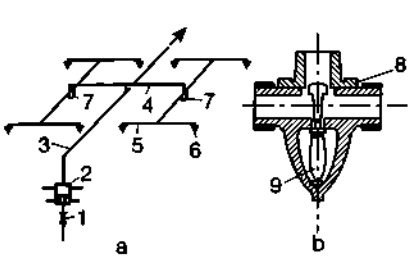


Fig. 2.5.38. Instalație cu drencere, cu ventile automate de acționare în grup:
a - schemă; b - ventil automat-detaliu
1 - robinetul principal; 2 - aparat de control și semnalizare (ACS); 3 - rețeaua de conducte; 4, 5 - conducte; 6 - drencer; 7 - ventil automat pentru acționarea unui grup mic de drencere; 8 - ventil; 9 - fiolă (sau fuzibil).

Numărul și diametrul orificiului de curgere a drencerelor comandate local de ventilul automat montat pe rețea, se aleg în funcție de debitul acestuia. Aria aferentă unui ventil automat este de 10...16 m^2. Temperatura de declanșare se ia aceeași ca la sprinklere, fiind în mod obișnuit 70 °C, respectiv cu aproximativ 40 °C peste cea a mediului ambiant.

Instalațiile cu drencere, ca și instalațiile cu sprinklere, sunt alimentate cu apă, de regulă, din două surse:

- *inițială*, care poate fi o instalație de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor; rezervoare de înălțime etc. care asigură consumul de apă până la intrarea în funcțiune a sursei de bază;
- *de bază*, alcătuită dintr-o stație de pompare cuplată cu rezervoare de acumulare a apei și recipiente de hidrofor, care asigură consumul de apă pe toată durata teoretică a incendiului.

În cazul în care sursa de bază poate intra automat în funcțiune (fără întârziere), nu mai este necesară o sursă inițială.

Pentru pornirea automată a pompei de alimentare cu apă a instalației cu drencere, se folosește un robinet cu două ventile (fig. 2.5.39) prin deplasarea cărora apa trece prin conducta principală de alimentare a rețelei de drencere, printr-o conductă de legătură la membrana unui contactor electric, comandând pornirea pompei de incendiu prin închiderea circuitului de acționare a motorului electric al pompei. Simultan, membrana contactorului închide și circuitul electric de acționare a semnalizării acustice și optice (sau numai una dintre acestea) a intrării în funcțiune a drencerelor.

Sistemul de acționare manuală se recomandă în cazul în care drencerele sunt utilizate pentru stingerea incendiului în încăperi industriale și pentru protejarea prin perdele de apă a unor porțiuni din încăperile cu pericol de incendiu sau pentru protecția golurilor din pereții despărțitori, dacă există în permanență personal de supraveghere, iar operațiile de acționare manuale pot fi efectuate în timp util de la semnalarea incendiului.

Instalația de drencere cu acționare manuală (fig. 2.5.40) are conducta principală umplută cu apă până la robinetul de acționare.

Deasupra robinetului de acționare se montează robinetul de golire și conducta de legătură la pompele mobile de incendiu prevăzută cu racorduri fixe și ventil de reținere.

- **Determinarea numărului de drencere și condițiile de amplasare a lor în clădiri**

În general, alegerea tipului și determinarea numărului de drencere rezultă din amplasarea lor ca să asigure intensitatea de stingere necesară.

Tipul, numărul și modul de amplasare a drencerelor utilizate la protecția prin răcire a elementelor de construcții și utilajelor, se stabilesc astfel încât să se asigure în punctul cel mai dezavantajos o intensitate de stingere i_r de:

- 0,1...0,2 l/s·m^2 pentru suprafața elementelor orizontale sau înclinate, în funcție de natura, poziția și dimensiunile instalațiilor, utilajelor sau materialelor protejate, precum și de caracteristicile capetelor de debitare a apei utilizate;
- 0,2...0,5 l/s·m^2 pentru instalații tehnologice vulnerabile la incendii din secții cu pericol deosebit, intensitatea de stropire este, după caz, mai mare,
- 0,2 l/s·m pentru lungimea perdelei sau peliculei de protecție pentru elemente verticale;
- 0,1...0,15 l/s·m^2 pentru suprafața rezervoarelor orizontale sau sferice, incendiate sau expuse radiației termice; pentru determinarea debitului de apă necesar pentru răcirea rezervoarelor cilindrice învecinate se ia în considerare 1/4 din suprafețele lor totale;
- 0,5 l/s·m pentru circumferința rezervorului incendiat și 0,25 l/m pentru semisuma circumferinței rezervoarelor expuse radiației termice, protejate cu instalații mobile.

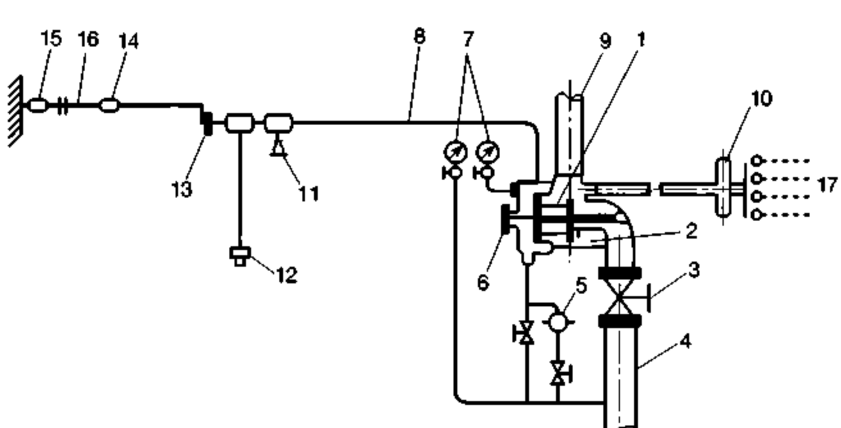


Fig. 2.5.39. Schema de funcționare a instalației de acționare automată a pompei de alimentare cu apă a drencerelor:
1 - robinet cu două ventile (clapete); 2 - corpul robinetului; 3 - robinet principal; 4 - conductă principală; 5 - diafragmă; 6 - dop; 7 - manometru; 8 - conductă pentru comanda robinetului cu două ventile; 9 - conductă principală de distribuție a apei la drencere; 10 - contactor electric pentru comanda pompei de incendiu și a semnalizării acustice a intrării în funcțiune a drecerelor; 11 - sprinkler; 12 - robinet de manevră; 13 - clapetă de acționare; 14 - cablu ușor fuzibil; 15 - mecanism de întindere; 16 - fuzibil; 17 - rețea electrică.

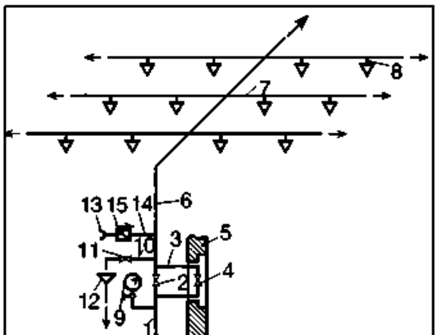


Fig. 2.5.40. Schema de funcționare a instalației cu drencere, cu acționare manuală:
1 - conductă principală de alimentare cu apă (de tip stație de pompare cuplată cu rezervoare); 2 - robinet principal; 3 - conductă de ocolire; 4 - robinet; 5 - perete despărțitor; 6 și 7 - conducte de distribuție a apei; 8 - drencer; 9 - manometru; 10 - racord de golire; 11 - robinet de golire; 12 - pâlnie; 13 - racord pentru pompe mobile de alimentare cu apă; 14 - conductă de racord; 15 - clapetă de reținere.

Pentru rezervoarele cilindrice orizontale învecinate neizolate termic, ce conțin lichide combustibile cu temperatura de inflamabilitate peste 55 °C, depozitate la o temperatură inferioară celei de inflamabilitate, intensitățile de răcire se reduc cu 50 %.

Pentru rezervoarele cilindrice orizontale izolate termic cu izolații incombustibile, nu se prevăd instalații de răcire.

În cazurile în care se prevede ca răcirea elementelor orizontale, înclinate și verticale să se asigure prin instalații mobile, debitul se majorează, după caz, cu 30...50 %.

Prin „rezervoare învecinate expuse radiației" se înțeleg rezervoarele situate la o distanță de rezervorul incendiat mai mică decât 1,5 ori diametrul rezervorului incendiat.

Tipul, numărul și modul de amplasare a drencerelor utilizate pentru formarea perdelelor de apă se stabilesc astfel încât să se asigure în punctul cel mai dezavantajos, intensitatea de stropire de minimum:

- 0,5 l/s·m, în cazul în care golul sau elementul de protejat are o înălțime până la 3 m inclusiv;
- 1 l/s·m, în cazul în care suprafața protejată are o înălțime mai mare de 3 m; aceeași intensitate se adoptă indiferent de înălțime la construcțiile la care propagarea incendiului ar prezenta pericol deosebit pentru aglomerări de oameni sau bunuri de mare valoare.

Numărul de drencere N_{ii} se stabilește în funcție de debitul specific minim $\dot{V}_{is}$, mărimea zonei protejate A_i sau L_i și intensitatea minimă de debitare a apei i_i cu relația:

$$N_{ii} = \frac{A_i \cdot i_i}{\dot{V}_{is}} \qquad N_{ii} = \frac{L_i \cdot i_i}{\dot{V}_{is}} \qquad (2.5.19)$$

în care:

L_i, A_i - reprezintă lungimea, respectiv aria zonei care trebuie protejată, conform prescripțiilor legale în vigoare cu privire la gradul de dotare a obiectivelor [m] sau [m²];

i_i - intensitatea minimă de debitare a apei (după caz: intensitatea de stingere, intensitatea de răcire, intensitatea de protecție), [l/s·m²] sau [l/s·m];

$\dot{V}_{is}$ - debitul specific minim al unui drencer [l/s].

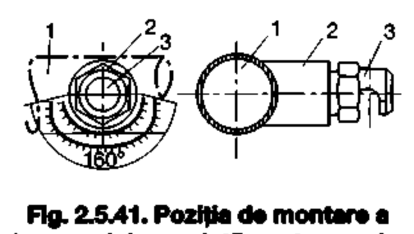


Fig. 2.5.41. Poziția de montare a drencerului cu paletă pentru perdea de protecție cu apă:
1 - conductă de alimentare; 2 - racord; 3 - drencer cu paletă dreaptă.

În general, se consideră că instalația cu drencere este eficientă pentru o arie totală a suprafeței de răcire de 180...300 m². Se recomandă să se asigure o rezervă de drencere, calculată separat pentru fiecare tip din cele montate, de 2...5 %, însă nu mai mică de 10 buc. (procentul mare se aplică la instalațiile cu un număr redus de drencere).

Drencerele utilizate pentru stingerea incendiului se amplasează la fel ca sprinklerele, fără a se impune o distanță maximă față de plafon, dacă nu trebuie să asigure protecția elementelor de construcții ale tavanului.

La sălile de spectacole, care au scena amenajată, drencerele se amplasează:

- sub plafonul scenei, când acesta este executat din materiale combustibile, sub grătare, sub pasarele și în buzunarele scenei, neseparate de acestea prin cortine de siguranță;
- de ambele părți ale cortinei de siguranță, pentru protecția acesteia;
- deasupra golurilor protejate care leagă scena sau buzunarele scenei de încăperile vecine; atunci când sunt separate prin cortine, buzunarele pot fi prevăzute cu sprinklere.

Drencerele pentru perdelele de apă se amplasează astfel încât jeturile lor să formeze o protecție corespunzătoare continuă, a întregului gol și, în special, la partea superioară a acestuia, unde acțiunea incendiului este mai intensă. De regulă, perdelele de apă simple nu împiedică trecerea gazelor calde, ci numai sting particulele aprinse. Rezultate mai bune se pot obține

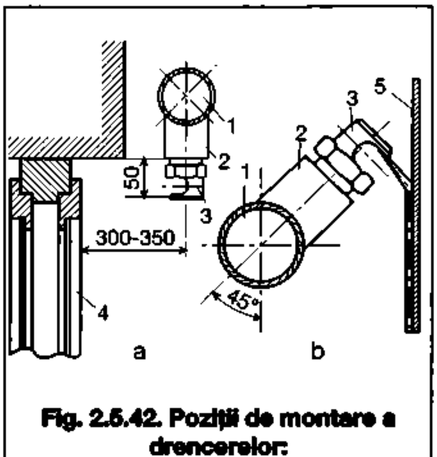


Fig. 2.5.42. Poziții de montare a drencerelor:
a - pentru protecția cu peliculă de apă a ferestrei; b - pentru răcirea mantalei rezervorului vertical;
1 - conductă de alimentare cu apă; 2 - racord; 3 - drencer cu paletă dreaptă; 4 - fereastră; 5 - mantaua rezervorului.

dacă se creează perdele paralele, situate la anumite distanțe unele de altele. Amplasarea drencerelor pentru perdele de apă se face, de preferință, cu deflectorul paralel cu planul vertical al golului din elementul de construcție (fig. 2.5.41) folosindu-se drencere cu paletă sau rozetă dreaptă, care formează un jet plat. Distanța dintre ele se stabilește în funcție de unghiul de atac al jetului și diametrul orificiului de curgere. Distanța între două drencere se recomandă să fie de 1,5...2,5 m, iar distanța dintre rândul de drencere și golul de protejat 0,25...1,2 m. Dacă distanța între două drencere este mai mică de 1 m, acestea se amplasează alternativ, cu orificiul de stropire în sus și în jos.

Drencerele pentru protecția golurilor se amplasează cu cel puțin 40 cm deasupra golurilor protejate și cu orificiul de stropire orientat în jos. Pentru protecția golurilor mici se recomandă utilizarea drencerelor cu orificiul de stropire de 6...8 mm, iar la cele mari, drencere cu orificiul mai mare de 8 mm. Drencerele pentru protecția cu peliculă de apă a elementelor de construcții și a utilajelor (rezervoarelor) se amplasează cu paleta orizontală sau înclinată la 45° (fig.2.5.42).

- **Rețeaua de conducte a instalației cu drencere**

Instalația cu drencere se compune din sectoare în care sunt grupate maximum 72 drencere, fiecare sector fiind alimentat cu apă printr-o conductă principală prevăzută cu robinete de acționare.

Rețeaua de distribuție a instalației cu drencere poate fi ramificată sau inelară. Pe o ramură a rețelei ramificate se pot monta cel mult 6 drencere. Instalația cu drencere poate fi realizată separată sau combinată cu alte tipuri de instalații de combatere a incendiului.

În încăperile cu pericol mare de incendiu, în care nu există pericol de îngheț, rețeaua poate fi umplută cu apă până la un nivel maxim permis de poziția drencerelor. Acest nivel se controlează printr-o conductă cu robinet de golire.

Robinetele de acționare se amplasează cât mai aproape posibil de spațiul protejat de drencere, în locuri încălzite, ușor accesibile, ferite de acțiunea focului și retrase față de căile de evacuare a publicului. Ele se amplasează în case de scări, culoare sau încăperi vecine cu cele protejate, lângă intrări. În cazul în care nu se poate asigura un acces ușor și protejat la robinetul de acționare, montat în clădire, se prevede un robinet suplimentar, montat în paralel cu cel de acționare, prevăzut însă cu tijă prelungită și roată de ma-

nevră, plasată pe partea opusă a peretelui, la exteriorul clădirii, în nișă cu geam și indicator.

Când conductele rețelei cu drencere sunt montate în spații cu pericol de îngheț, conducta uscată, situată după robinetul de acționare normal închis, va avea un traseu de cel puțin 1,20 m în spațiul încălzit, înainte de a trece în spațiile vecine. De asemenea, ventilul de reținere al conductei de cuplare a pompelor mobile de incendiu va fi plasat cât mai aproape de conducta principală a sistemului de drencere. Între ventil și racordurile fixe, se montează un robinet de golire.

2.5.5.3 Dimensionarea conductelor instalațiilor de alimentare cu apă rece a drencerelor

• Debite specifice și debite de calcul necesare dimensionării conductelor instalației de drencere

Debitul specific al unui drencer se determină cu relația:

$$\dot{V}_{is} = a_i \sqrt{\frac{H_i}{9,81}} \quad [l/s] \qquad (2.5.20)$$

în care:

H_i - este presiunea normală de utilizare în secțiunea orificiului drencerului [kPa], iar

a_i - coeficient care depinde de coeficientul de debit μ și de diametrul d al orificiului, având valori redate în tabelul 2.5.27.

Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor instalației cu drencere, $\dot{V}_{ir}$, utilizate la protecția prin răcire a elementelor de construcții și utilajelor se stabilește cu relația:

$$\dot{V}_{ir} = \sum_{j=1}^{n} \dot{V}_{irj} \quad [l/s] \qquad (2.5.21)$$

în care:

n - este numărul drencerelor prevăzute să funcționeze simultan, iar

$\dot{V}_{irj}$ - debitul specific al drencerului, determinat cu relația (2.5.20).

Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor instalației de drencere utilizate la crearea perdelelor de apă $\dot{V}_{ip}$, pentru limitarea propagării incendiilor, se stabilește cu relația:

$$\dot{V}_{ip} = \sum_{j=1}^{n} \dot{V}_{ipj} \quad [l/s] \qquad (2.5.22)$$

în care:

n - este numărul drencerelor prevăzute să funcționeze simultan, iar

$\dot{V}_{ipj}$ - debitul specific al unui drencer determinat cu relația (2.5.20).

La stabilirea debitului de calcul al perdelelor de apă prevăzute pentru protecția golurilor scărilor rulante, se ia în considerare funcționarea simultană a perdelelor pe două niveluri succesive pentru timpul teoretic de funcționare egal cu cel al sprinklerelor.

Presiunea disponibilă luată în calcul la orificiul drencerului de stingere amplasat în condițiile cele mai dezavantajoase, trebuie să asigure intensitatea de stingere necesară, potrivit cerințelor producătorului.

Durata teoretică de funcționare a instalației cu drencere care servește pentru stingerea incendiilor și pentru crearea perdelelor de apă, pentru protecția golurilor din pereții interiori de compartimentare este de 1 h.

Durata teoretică de funcționare a instalației cu drencere care servește la protecția clădirii în exterior sau la protecția golurilor din pereții antifoc, variază de la caz la caz; în funcție de durata operațiilor de stingere, este de 1...3 h.

• Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină

Pentru dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se aplică aceeași metodologie ca la instalația de sprinklere, pentru dimensionarea conductelor putându-se folosi rezistențele hidraulice liniare sau să se considere același debit la fiecare drencer, prevăzându-se diafragme pentru consumarea presiunilor în exces.

Tabelul 2.5.27. Valorile coeficientului a_i la diferite presiuni de utilizare H_i pentru drencere (STAS 1478)

Tipul drencerului	Diametrul orificiului [mm]	H_i, [kPa] 50	100	150	200
		a_i			
Armătura Cluj	8,0	0,210	0,227*	0,231*	0,235*)
	10,0	0,280	0,296*	0,300*	0,304*
	10,5	0,337	0,346	0,355	0,362
	12,0	0,357	0,403*	0,428*	0,421*
	12,5	0,438	0,484	0,509	0,502
	14,0	0,576	0,623	0,635	0,646
De perdea	12,5	0,455	0,501*	0,526*	0,519*

* Valorile informative ale coeficientului a_i

2.5.6. Instalații fixe de stingere a incendiului cu apă pulverizată

2.5.6.1 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații fixe de apă pulverizată

Pulverizarea apei se realizează în scopul creșterii raportului între suprafața exterioară a picăturilor și masa lor pentru a se obține un contact mai bun între apă și mediul ambiant în zona focarului, intensificarea transferului de căldură și, în consecință, stingerea mai rapidă a incendiului.

Comparativ cu instalațiile cu sprinklere sau drencere, instalațiile de pulverizare necesită presiuni mari ale apei (500...700 kPa).

Instalațiile fixe de stins incendiul cu apă pulverizată se prevăd pentru:

- stingerea incendiului de materiale combustibile solide (lemn, hârtie, textile, materiale plastice etc.);
- protejarea obiectelor: structuri și echipamente ale instalațiilor tehnologice; recipiente pentru lichide combustibile cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor mai mare de 60 °C și gaze inflamabile; motoare cu ardere internă; încăperi cu număr mare de cabluri electrice cu izolație combustibilă; limitarea radiației termice emise de un incendiu învecinat, pentru a reduce absorbția căldurii până la limita care previne sau micșorează avariile;
- prevenirea formării unor amestecuri explozibile în spații închise (reducerea evaporării prin răcirea suprafețelor care vin în contact cu lichide inflamabile) sau în spații deschise (prin diluarea amestecurilor explozive sau a scăpărilor de gaze care pot forma amestecuri explozive);
- limitarea posibilităților de propagare rapidă a incendiului prin stropirea zonei de ardere;
- degazarea spațiilor incendiate prin spălarea atmosferei cu jeturi de apă pulverizată;
- protecția contra încălzirii excesive, prin răcirea intensă a materialelor, elementelor de construcții și instalațiilor tehnologice amenințate de incendiu;
- prevenirea incendiului prin stropirea cu apă a zonei în care scapă, în caz de avarie, lichide sau gaze combustibile, spre a se evita aprinderea;
- neutralizarea unor agenți agresivi asupra mediului.

2.5.6.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații fixe cu apă pulverizată

• Schemele instalațiilor

Schema de funcționare a instalației de alimentare cu apă a pulverizatoarelor (folosită, în special, pentru protecția contra

incendiului din tuneluri și subsoluri de cabluri electrice) cuprinde (fig. 2.5.43):
- rețelele de conducte (1) pe care se montează pulverizatoarele (2);
- racordurile (3) ale conductelor (1) la conducta principală (4) de alimentare cu apă. Pe fiecare din racordurile (3) se montează vane (5) de acționare individuală, manuală, locală sau de la distanță pentru pornirea pulverizării apei pe tronsonul respectiv și manometre (6) pentru verificarea presiunii apei la intrarea în conducta respectivă și (7) pentru verificarea presiunii pe conducta principală de alimentare cu apă;
- pompe (8) pentru ridicarea presiunii apei (care se prevede numai dacă rețeaua care constituie sursa de alimentare cu apă nu are presiunea necesară);
- rezervorul tampon (9) cu rol de acumulare a apei (care se prevede când sursa de alimentare cu apă nu asigură permanent debitul necesar);
- racordurile (10) pentru pompe mobile de alimentare cu apă în caz de incendiu.

Alimentarea cu apă a instalației se poate face fie din rețeaua exterioară (11) de apă potabilă și de incendiu, fie din rețeaua de apă industrială (decantată, filtrată și neutră din punct de vedere chimic, pentru a evita coroziunea echipamentului, înfundarea duzelor etc.).

Distribuitorul instalației va fi prevăzut cu manometru.

Instalațiile de apă pulverizată se prevăd cu comandă automată și/sau manuală.

Acționarea manuală a robinetelor pentru punerea în funcțiune a instalației se admite cu condiția ca aceasta să se facă în timp util.

Pentru alimentarea instalației de la pompe mobile de stins incendiu se prevăd aceleași echipări ca la instalația cu sprinklere.

Intrarea în funcțiune a instalației fixe de apă pulverizată va fi semnalizată la serviciul de pompieri și la camera de comandă a obiectivelor protejate.

În fig. 2.5.44 se prezintă schema de principiu a instalației de semnalizare și acționare a unei instalații de stins incendiul cu apă pulverizată. La apariția semnalului de incendiu dat de detectoarele termice de incendiu și recepționat la centrala de avertizare din camera de comandă, se pornesc pompele de incendiu și se urmărește prin lămpile de poziție dacă acestea au pornit. Se verifică, la fața locului, autenticitatea semnalului și se stabilește precis zona afectată. Dacă semnalul a fost real, se controlează presiunea la manometrul distribuitorului și se deschide vana aferentă compartimentului de incendiu.

• **Determinarea numărului de pulverizatoare și amplasarea lor în clădiri**

Tipul și numărul de pulverizatoare (duze) se stabilesc în funcție de parametrii lor hidraulici indicați de producător și de intensitatea minimă de stingere a incendiului (STAS 12260). Se prevede o rezervă de 4...10 % din numărul total de pulverizatoare montate pentru înlocuirea celor aflate în revizie (înfundate sau deteriorate).

Distanța dintre pulverizatoare se recomandă să nu fie mai mare de 1,5...2,0 m. Distanțele maxime admise pentru pulverizatoarele tip PLUVIA sunt date în tabelul 2.5.28 în funcție de înclinarea axei jetului față de poziția verticală normală.

Direcția de stropire a duzelor este, de regulă, de sus în jos.

În tunelurile și subsolurile de cabluri electrice, pulverizatoarele se montează înclinat (fig. 2.5.45) cu un unghi de 45...10° astfel încât să stropească, pe cât posibil, tot șirul respectiv de rafturi sau console suprapuse. Distanțele între pulverizatoare se fixează în așa fel încât să se realizeze, în medie, o intensitate de stropire de cel puțin 0, 2 $l/s \cdot m^2$.

În fig. 2.5.46 a se prezintă, ca exemplu, un detaliu de montare cu racord scurt a pulverizatorului tip PLUVIA, iar în fig. 2.5.46 b un detaliu de montare

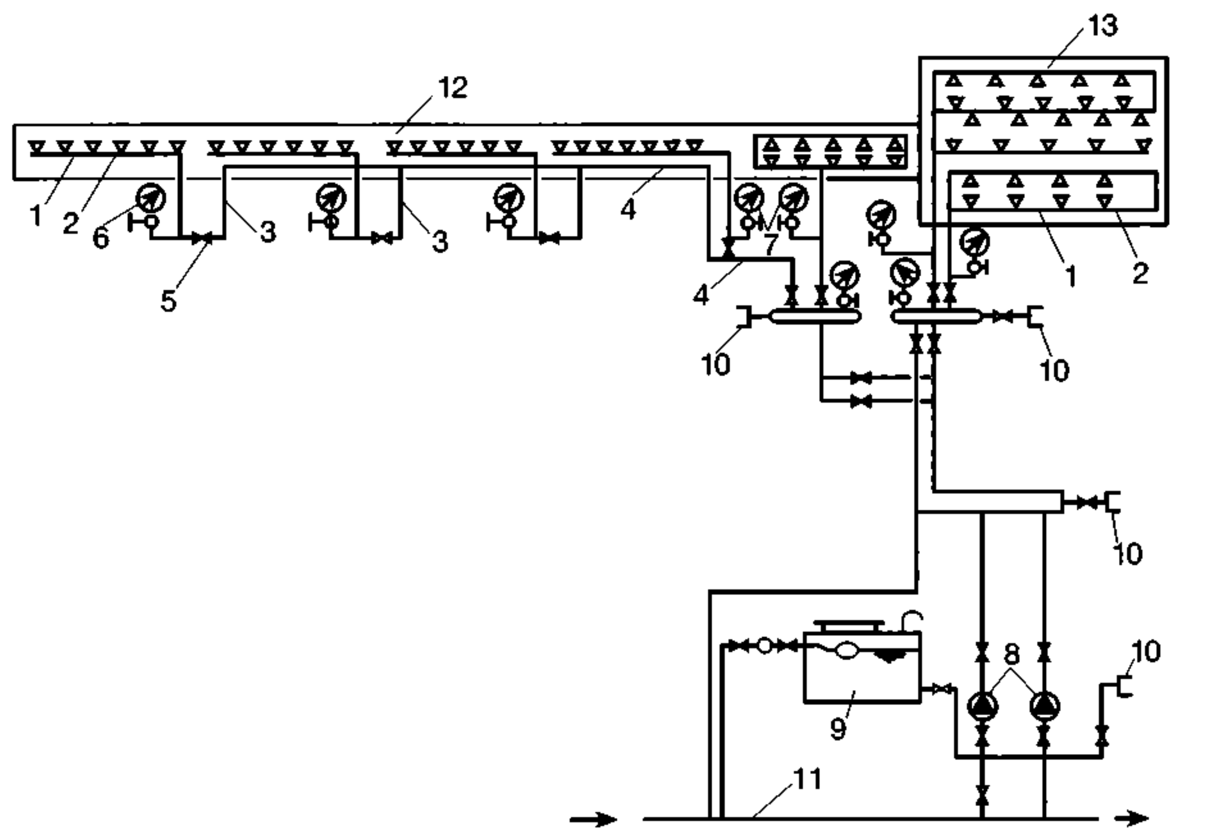


Fig. 2.5.43. Schema instalației fixe de stins incendiul, cu apă pulverizată:
1 - conductă cu diametru constant; 2 - pulverizator; 3 și 4 racorduri; 5 - vană; 6 și 7 - manometre; 8 - pompe; 9 - rezervor tampon; 10 - racorduri la pompele mobile pentru incendiu; 11 - rețea exterioară; 12 - tunel de cabluri; 13 - subsol de cabluri.

cu racord lung a aceluiași tip de pulverizator.

• **Rețeaua de conducte a instalației fixe de stingere a incendiului cu apă pulverizată**

Instalația se proiectează și se execută cu țevi din oțel. Armăturile și fitingurile sunt din oțel sau din fontă maleabilă.

Rețelele de distribuție a apei pot fi ramificate sau inelare. Ramurile rețelelor ramificate pe care se montează pulverizatoarele, se execută, de regulă, cu diametru constant, ceea ce ușurează și execuția prefabricată a instalației. Diametrul conductei inelare se alege, de asemenea, constant, ceea ce mărește și gradul de siguranță în alimentarea cu apă a pulverizatoarelor.

Conductele de alimentare și armăturile aferente, până la distribuitor se protejează împotriva înghețului, prin amplasarea acestora în încăperi încălzite.

Conductele de distribuție de la distribuitor până la obiectul protejat sunt uscate.

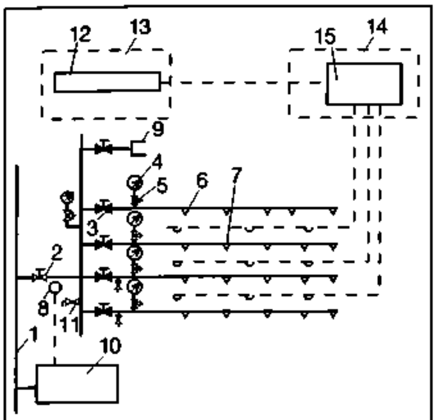


Fig. 2.5.44. Schema instalației de semnalizare și acționare a instalației de stins incendiu cu apă pulverizată:
1 - rețea de apă pentru incendiu; 2 - vană cu acționare manuală (normal deschisă); 3 - vană normal închisă; 4 - manometru; 5 - robinet de control (cu 3 căi); 6 - duză tip PLUVIA; 7 - detector termic de incendiu; 8 - buton pentru pornirea pompelor de incendiu; 9 - racord la pompe mobile de incendiu; 10 - stația pompelor de incendiu; 11 - robinet de golire; 12 - tablou de semnalizare; 13 - formația PSI; 14 - cameră de comandă; 15 - centrală de avertizare.

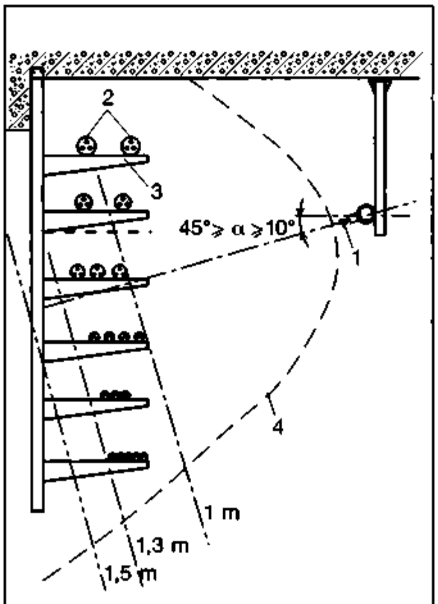


Fig. 2.5.45. Poziția de montare a duzelor tip PLUVIA:
1 - duză; 2 - cabluri electrice; 3 - consolă; 4 - conturul jetului de apă pulverizată.

2.5.6.3 Dimensionarea conductelor instalației fixe de stins incendiul cu apă pulverizată

• **Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor**

Debitul specific al unui pulverizator se determină cu relația:

$$\dot{V}_{is} = a_i\sqrt{\frac{H_i}{9,81}} \quad [\text{l/s}] \qquad (2.5.23)$$

în care:

H_i - este presiunea normală de utilizare în secțiunea orificiului pulverizatorului [kPa], iar

a_i - coeficientul de debit al pulverizatorului, având valori redate în tabelul 2.5.29.

Debitul de calcul al conductelor instalației cu pulverizatoare se stabilește cu relația:

$$\dot{V}_c = \sum_{i=1}^{n}\dot{V}_{is} \quad [\text{l/s}] \qquad (2.5.24)$$

în care:

$\dot{V}_{is}$ - este debitul specific, se calculează cu relația (2.5.23).

• **Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină**

Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor se efectuează după aceeași metodologie ca și în cazul instalației cu sprinklere.

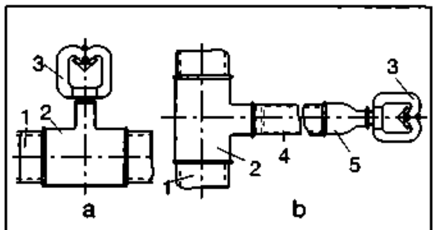


Fig. 2.5.46. Detaliu de montare a pulverizatorului tip PLUVIA:
a - racord scurt; b - racord lung;
1 - conductă de alimentare cu apă; 2 - teu; 3 - pulverizator PLUVIA; 4 - țeavă cu racord lung; 5 - reducție.

Conductele rețelelor ramificate pe care se montează pulverizatoarele se proiectează și se execută cu diametru constant.

Diametrul conductei inelare se alege, de asemenea, constant, ceea ce mărește și gradul de siguranță în alimentarea cu apă a pulverizatoarelor.

La calculul rețelelor inelare se pune problema determinării punctului de convergență, adică punctul în care se întâlnesc curenții care pleacă în sensuri contrare din punctul de alimentare cu apă al inelului. Acest punct se determină punând condiția ca, pe traseele parcurse de cei doi curenți din punctul de alimentare cu apă până în punctul de convergență considerat, pierderile totale de sarcină să fie practic egale (se admite o diferență de 5 %), având în vedere că toate punctele inelului au, de regulă, aceeași înălțime geodezică. Cu alte cuvinte, se pune condiția ca, în punctul de convergență, sarcina hidrodinamică a apei să aibă o valoare unic determinată.

2.5.6.4 Exemple de calcul

Exemplul de calcul 4

Se efectuează calculul hidraulic de

Tabelul 2.5.28 Distanțele maxime de amplasare a pulverizatorului în funcție de înclinarea sa față de poziția verticală normală

Unghiul de înclinare α, [°]	45	90	135	180
Distanța de amplasare L, [m]	2,00	1,20	1,10	1,00

Tabelul 2.5.29. Valorile coeficientului a_i și ale presiunii normale de utilizare H_i pentru pulverizatoare (STAS 1478)

Tipul pulverizatorului	Diametrul orificiului [mm]	H_i [kPa] 400	500	600
PLUVIA	6,0	0,139	0,138	0,135
	7,0	0,161	0,165	0,163
	8,0	0,199	0,194	0,192
	10,0	0,321	0,350	0,358
	12,0	0,416	0,414	0,413
ER	7,0	0,094	0,092	0,092
14	14,0	a_i^* = 0,200		$H_i \geq 250$

* Valori medii ale coeficientului a_i

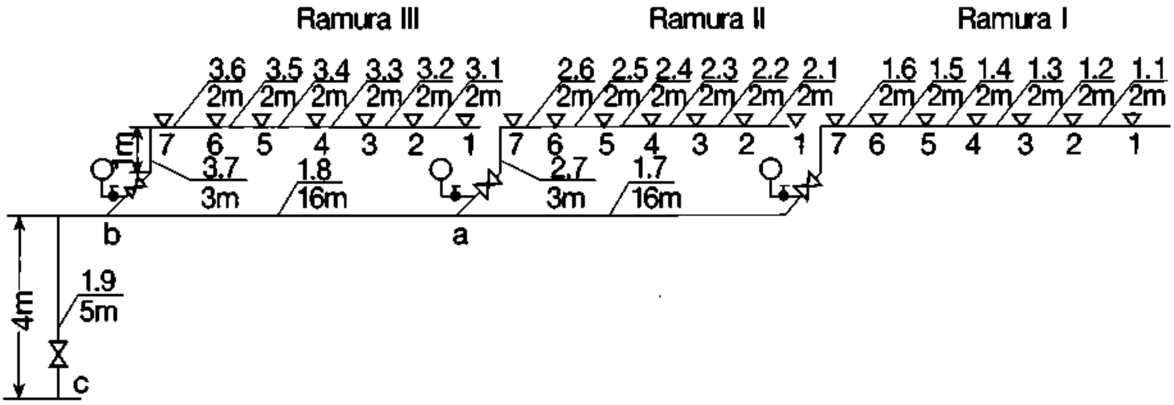


Fig. 2.5.47. Schema de calcul a instalației de combatere a incendiului cu pulverizatoare de apă pentru un tunel de cabluri electrice (exemplul de calcul 4).

dimensionare a conductelor instalației cu pulverizatoare de apă pentru combaterea incendiului la un tunel de cabluri electrice (fig. 2.5.47) și se determină debitul și sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord la rețeaua exterioară de alimentare cu apă.

Rezolvare Se aleg pulverizatoare tip PLUVIA, P6, având diametrul orificiului d = 6 mm, presiunea de utilizare $H_i = 400$ kPa și coeficientul $a_i = 0,139$ (tab. 2.5.29).

Pentru realizarea unei soluții economice, s-a aplicat condiția ca între debitele pulverizatoarelor extreme, amplasate pe o ramificație (în aria de declanșare simultană) să nu fie diferențe mai mari de 15 %.

Dimensionarea conductelor pe ramura I s-a făcut astfel încât diametrele tronsoanelor succesive să fie continuu crescătoare, începând de la tronsonul 1.1. la 1.6, iar vitezele de circulație a apei pe aceste tronsoane să nu depășească viteza maximă admisă de 5 m/s.

Calculul hidraulic al conductelor este redat în tabelul 2.5.30, anexa I.2.5.

S-a calculat mai întâi ramura I, tronsoanele 1.1...1.7, stabilindu-se sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul a (fig. 2.5.47).

Ramurile II și respectiv III (tronsoanele 2.1 ... 2.7 și 3.1 ... 3.7) s-au dimensionat la presiunea disponibilă în punctele a și b (tab. 2.5.30 - anexa I.2.5.).

Calculul hidraulic al conductelor s-a efectuat utilizând nomogramele din figurile 2.5.27. și tabelele 2.5.18 și 2.5.19, anexa I.2.5., prevum și fig. 2.4.70.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$:

Tronson: 1.1;

1 cot D_e 26,9 mm	1 x 1,5 = 1,5
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 reducție	1 x 0,3 = 0,3
	Total 2,3

Tronsoane: 1.2; 1.4; 1.6; 1.8;

1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 reducție	1 x 0,3 = 0,3
	Total 0,8

Tronsoane: 1.3;1.5;

1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson: 1.7;

3 coturi D_e 60,3 mm	3 x 1,0 = 3,0
1 robinet cu ventil înclinat D_n 50 mm	1 x 2,2 = 2,2
2 teuri de trecere	2 x 0,5 = 1,0
1 reducție	1 x 0,3 = 0,3
	Total 6,5

Tronsoane: 2.7; 3.7;

2 coturi D_e 60,3 mm	2 x 1,0 = 2,0
1 robinet cu ventil înclinat D_n 50 mm	1 x 2,2 = 2,2
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 teu de derivație	1 x 1,5 = 1,5
	Total 6,2

Tronson: 1.9;

1 cot D_e 76,1 mm	1 x 1,0 = 1,0
1 robinet cu ventil înclinat D_n 65 mm	1 x 2,0 = 2,0
1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 5,0

Pentru calculul diafragmelor s-a procedat la fel ca la diafragmarea ramurilor de la instalația de sprinklere (tab. 2.5.18 anexa I), viteza s-a considerat de 3,6 m/s corespunzătoare tronsoanelor 2.7 și 3.7 și diametrul interior al țevii D_i 53 mm pentru țeava cu diametrul exterior D_e = 60,3 mm.

Sarcina hidrodinamică necesară, determinată în punctul c (fig. 2.5.47) de racord al instalației de pulverizare la rețeaua exterioară de alimentare cu apă, este: $H_{nec\ tot} = 692,12$ kPa.

Exemplul de calcul 5

Se efectuează calculul hidraulic al rețelei inelare de conducte a instalației cu pulverizatoare de apă pentru combate-

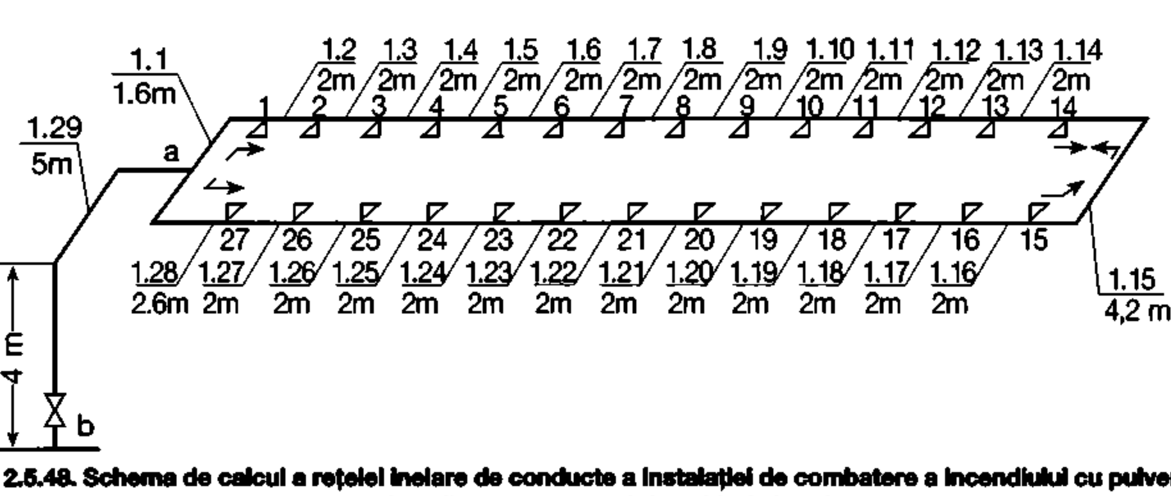


Fig. 2.5.48. Schema de calcul a rețelei inelare de conducte a instalației de combatere a incendiului cu pulverizatoare de apă pentru un tunel de cabluri electrice.

rea incendiilor la un tunel de cabluri electrice (fig. 2.5.48) și se determină sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord la rețeaua exterioară de alimentare cu apă.

Rezolvare Se aleg pulverizatoare tip PLUVIA, P6, având d = 6 mm, H = 400 kPa și a = 0,139 (tabel 2.5.29).

Pentru calculul hidraulic al rețelei inelare se presupune că punctul de convergență, adică punctul în care se întâlnesc curenții ce pleacă în sensuri contrare din punctul a de alimentare cu apă a inelului, este punctul 14 (fig. 2.5.48). Acest punct se determină verificând condiția ca pe traseele parcurse de cei doi curenți, din punctul a de alimentare cu apă până în punctul de convergență 14, să rezulte aceeași pierdere totală de sarcină (toate punctele inelului au aceeași înălțime geodezică).

Calculul hidraulic al rețelei inelare este redat în tabelul 2.5.31 - anexa I.2.5 și a fost efectuat utilizând nomogramele din fig. 2.5.27. și tabelele 2.5.18 și 2.5.19, anexa I.2.5., precum și fig. 2.4.70.

Diametrele tronsoanelor conductei inelare s-au stabilit în funcție de debitul de calcul al fiecărui pulverizator, stabilit pe baza presiunii de utilizare efective.

Pentru calculul rețelei s-au adoptat viteze care să nu depășească 5 m/s și care să permită să nu se depășească cu mai mult de 15 % diferența dintre pulverizatorul cel mai apropiat 1 sau 27 și pulverizatorul cel mai depărtat 14.

Calculul sumei coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$:

Tronsoane: 1.5; 1.10; 1.11; 1.13; 1.14; 1.16; 1.18; 1.19; 1.22:

1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 reducție	1 x 0,3 = 0,3
	Total 0,8

Tronsoane: 1.2; 1.3; 1.4; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 1.12; 1.17; 1.20; 1.21; 1.23; 1.24; 1.25; 1.26; 1.27:

1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronsoane: 1.1; 1.28:

1 cot D_e 76,1 mm	1 x 1,0 = 1,0
1 teu de bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 3,0

Tronson: 1.15:

2 coturi D_e 26,9 mm	2 x 1,5 = 3,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
1 reducție	1 x 0,3 = 0,3
	Total 3,8

Tronson: 1.29;

2 coturi D_e 114,3 mm	2 x 1,0 = 2,0
1 robinet cu ventil înclinat D_n 100 mm	1 x 2,0 = 2,0
1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 6,0

Pentru echilibrarea celor două ramuri care formează inelul, s-a prevăzut o diafragmă pe tronsonul 1.1, care preia diferența de presiune de 38 780 Pa.

Calculul diafragmei s-a efectuat ca la exemplul de calcul 4, viteza pe tronsonul 1.1 fiind de 4,0 m/s și diametrul interior al țevii D_i = 68,7 mm pentru țeava cu diametrul exterior D_e = 76 mm.

Sarcina hidrodinamică necesară, determinată în punctul b (fig. 2.5.48) de racord al instalației de pulverizare la rețeaua exterioară de alimentare cu apă, este: $H_{nec\ tot}$ = *704.798* kPa.

Anexa I.2.5. **Tabelul 2.5.17**

Calculul hidraulic al instalației de alimentare cu apă rece pentru consum menajer și pentru combaterea incendiului cu hidranți interiori la un cămin studențesc, a cărei schemă de calcul este prezentată în fig. 2.5.26 (exemplul de calcul 2)

Nr. tron-son	Numărul și felul armăt. racord.tron	$n\dot{V}_s$	$\Sigma n\dot{V}_s$	$\dot{V}_{cm}$	$\dot{V}_{ci}$	$\dot{V}_{ct}$	l	D_e	v	i	il	Σil	$\Sigma\xi$	h_{rl}	Σh_{rl}	$H_r = \Sigma il + \Sigma h_{rl}$	H_d	H_u	H_g		H_{nec}	Pct. de refer.
		[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[mm]	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[Pa]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[mm]	[Pa]	[Pa]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Coloana H 1																					
1	1R	0,1	0,1	0,1		0,10	4	17,1	1,18	3938	15752	15752	22,5	15665	15665	31417		20000			51417	a
1a	Ajutaj				2,5	2,50	6,4											82500				Ajutaj
	Furtun				2,5	2,50	20	50	1,2	1000	20000	20000						82500				d 16 mm
	1RH				2,5	2,50	0,5	60,3	1,27	544	272	20272	10	8065	8065	28337		82500			110837	a
2-7	1R+1RH	0,1	0,1	0,1	2,5	2,60	22	60,3	1,32	982	21604	41876	5	4356	4356	46232		82500	17500	171675	300407	b
8	1RH				2,5																	
	6R	0,6	0,6																			
	6L	0,42	1,02																			
	6D (15%)	0,18	1,2	0,66	2,5	3,16	2	60,3	1,62	860	1720	1720	0,5	656	656	46888		82500	17500	171675	301063	c
9	1RH				2,5																	
	12R	1,2	1,2																			
	12L	0,84	2,04																			
	12D (15%)	0,36	2,4	0,93	2,5	3,43	4	60,3	1,7	1000	4000	4000	0,5	723	723	47611		82500	17500	171675	301786	d
10	1RH				2,5																	
	18R	1,8	1,8																			
	18L	1,26	3,06																			
	18D(15%)	0,54	3,6	1,15	2,5	3,65	2	76	1,08	275	550	550	0,5	292	292	47903		82500	17500	171675	302078	e
11	1RH				2,5																	
	23R	2,3	2,3																			
	24L	1,68	3,98																			
	24D (15%)	0,72	4,7	1,31	2,5	3,81	2	76	1,13	300	600	600	0,5	319	319	48222		82500	17500	171675	302397	f
12	1RH				2,5																	
	24R	2,4	2,4																			
	24L	1,68	4,08																			
	24D (15%)	0,72	4,8	1,32	2,5	3,82	10,5	76	1,13	302	3171	3171	9	5746	5746	53968	15000	82500	18500	181485	332953	A

Anexa I.2.5. **Tabelul 2.5.17** *(continuare)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Traseul 1.1....1.12; $H_{disp.\,b}$ = 300407 Pa																						
1.1	1D	0,2	0,2	0,2		0,2	1	21,4	1,29	6663	6663	6663	2,5	2080	2080	8743		30000	2000	19620	58363	
1.2	1L	0,07	0,27	0,27		0,27	1,8	21,4	1,6	5000	9000	15663	15,5	19840	21920	37583		30000	2000	19620	87203	
1.3	1R	0,1	0,37	0,37		0,37	2	26,9	1,2	1767	3534	19197	0,5	360	22280	41477		30000	2800	27468	98945	
1.4	1D+1L	0,27	0,64	0,48		0,42	0,8	26,9	1,4	2300	1840	21037	0,5	490	22770	43807		30000	4800	47088	120895	
1.5	1R	0,1	0,74	0,52		0,52	2	26,9	1,8	3600	7200	28237	0,5	810	23580	51817		30000	5600	54936	136753	
1.6	1D+1L	0,27	1,01	0,61		0,61	0,8	33,7	1,33	2182	1745,6	29982,6	0,5	442	24022	54005		30000	7600	74556	158561	
1.7	1R	0,1	1,11	0,63		0,63	2	33,7	1,37	2327	4654	34636,6	0,5	469	24491	59128		30000	8400	82404	171532	
1.8	1D+1L	0,27	1,38	0,72		0,72	0,8	33,7	1,57	3036	2428,8	37065,4	0,5	616	25108	62173		30000	10400	102024	194197	
1.9	1R	0,1	1,48	0,73		0,73	2	33,7	1,59	3121	6242	43307,4	0,5	632	25740	69047		30000	11200	109872	208919	
1.10	1D+1L	0,27	1,75	0,79		0,79	0,8	33,7	1,59	2078	1662,4	44969,8	0,5	632	26372	71342		30000	13200	129492	230834	
1.11	1R	0,1	1,85	0,82		0,82	2	33,7	1,64	2236	4472	49441,8	0,5	672	27044	76486		30000	14000	137340	243826	
1.12	1D+1L	0,27	2,02	0,86		0,86	4	33,7	1,73	2456	9824	59265,8	12,2	18257	45301	104567		30000	16000	156960	291527	
Traseul 2.1....2.12; $H_{disp.\,c}$ = 301063 Pa																						
2.1	1R	0,1	0,1	0,1		0,1	2	17,1	1,18	3936	3936	3936	22,5	15665	15665	19601		20000	0	0	39601	
2.2	1D+1L	0,27	0,37	0,37		0,37	0,8	26,9	1,22	1769	1415,2	5351,2	0,5	372	16037	21388		20000	2000	19620	61008	
2.3	1R	0,1	0,47	0,42		0,42	2	26,9	1,4	2300	4600	9951,2	0,5	490	16527	26478		20000	2800	27468	73946	
2.4	1D+1L	0,27	0,74	0,52		0,52	0,8	26,9	1,8	3600	2880	12831,2	0,5	810	17337	30168		20000	4800	47088	97256	
2.5	1R	0,1	0,84	0,55		0,55	2	26,9	1,9	4100	8200	21031,2	0,5	903	18239	39270		20000	5600	54936	114206	
2.6	1D+1L	0,27	1,11	0,63		0,63	0,8	33,7	1,26	1333	1066,4	22097,6	0,5	397	18636	40734		20000	7600	74556	135290	
2.7	1R	0,1	1,21	0,7		0,7	2	33,7	1,4	1639	3278	25375,6	0,5	490	19126	44502		20000	8400	82404	146906	
2.8	1D+1L	0,27	1,48	0,73		0,73	0,8	33,7	1,59	3121	2496,8	27872,4	0,5	632	19758	47630		20000	10400	102024	169654	
2.9	1R	0,1	1,58	0,76		0,76	2	33,7	1,52	1926	3852	31724,4	0,5	578	20336	52060		20000	11200	109872	181932	
2.10	1D+1L	0,27	1,85	82		0,82	0,8	33,7	1,64	2236	1788,8	33513,2	0,5	672	21008	54521		20000	13200	129492	204013	
2.11	1R	0,1	1,95	0,84		0,84	2	33,7	1,69	2344	4688	38201,2	0,5	714	21722	59923		20000	14800	145188	225111	
2.12	1D+1L	0,27	2,22	0,9		0,9	4	33,7	1,8	2800	11200	49401,2	12,2	19764	41486	90887		20000	16000	156960	267847	

Notă:

1. pentru traseele pe care nu se consumă presiunea disponibilă chiar la alegerea vitezelor maxime admisibile, diferența de presiune se preia prin diafragme de sau robinete de reglaj
2. pe tronsoanele 1.....12, se vor considera număr întreg de dușuri în funcțiune din cele 15 % care funcționează în caz de incendiu
3. pe tronsoanele de pe coloana M_1 și M_2, s-a considerat că dușurile funcționează la simultaneitatea prescrisă atunci când nu este incendiu
4. tronsoanele de pe coloana M_3 se dimensionează la fel ca cele de pe coloana M_2, cele de pe coloana M_4 se dimensionează la fel ca cele de pe coloana M_1 și cele de pe coloana H_2, se dimensionază la fel ca cele de pe colana H_1

Anexa I.2.5. - Tabelul 2.5.26. Calculul hidraulic al conductelor instalației de sprinklere (exemplul de calcul 3; fig 2.5.34)

Număr tronson	Numărul și felul armăturilor racordate la tronson	$\dot{V}_{sc}$ [l/s]	$\Sigma\dot{V}_{sc}$ [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$i\,l$ [Pa]	$\Sigma\, il$ [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma\, il+\Sigma h_{rl}$ [Pa]	H_u [Pa]	H_{nec} [Pa]	h_e [Pa]	$\Sigma\xi$	D_o/D_i	D_o [mm]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1Sp	2																		
1.1	1Sp		2,00	3,2	48,3	1.63	1380	4416	4416	2	2657	2657	7073	100000	107073					
2	1Sp	2,06																		
1.2	2Sp		4,06	3,2	60,3	2	1400	4480	8896	0,8	1600	4257	13153	100000	113153					
3	1Sp	2,11																		
1.3	3Sp		6,17	3,2	76	1,8	790	2528	11424	0,8	1296	5553	16977	100000	116977					
4	1Sp	2,15																		
1.4	4Sp		8,32	1,6	76	2,4	1400	2240	13664	2	5760	11313	24977	100000	124977					a
1.5	8Sp	2,15	16,64	3,2	114,1	2,05	520	1664	15328	1	2101	13414	28742	100000	128742	3765	1,31	0,85	58,4	b
1.6	16Sp	2,15	33,28	3,2	139,7	2,6	680	2176	17504	1	3380	16794	34298	100000	134298	9321	3,24	0,83	57,0	c
1.7	32Sp	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	20704	1	6480	23274	43978	100000	143978	19001	6,60	0,77	52,9	d
1.8	32Sp	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	23904	1	6480	29754	53658	100000	153658	28681	9,96	0,7	48,1	e
1.9	32Sp	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	27104	1	6480	36234	63338	100000	163338	38361	13,32	0,63	43,,3	f
1.10	32Sp	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	30304	1	6480	42714	73018	100000	173018	48041	16,68	0,44	30,2	g
1.11	32Sp	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	33504	1	6480	49194	82698	100000	182698	57721	20,04	0,29	19,9	h
1.12	32Sp	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	36704	1	6480	55674	92378	100000	192378	67401	23,40	0,27	18,5	i
1.13	32Sp	2,15	66,56	3,2	165,2	3,6	1000	3200	39904	1	6480	62154	102058	100000	202058	77081	26,76	0,25	17,2	j
1.14	32S	2,15	66,56	22	165,2	3,6	1000	22000	61904	7	45360	107514	169418	100000	269418					

$H_{nec\ tot} = H_{nec} + H_g + H_{acs} = 269.418 + 77.081 + 300.000 = 646.499$ Pa

Anexa I.2.5. - Tabelul 2.5.31. Calculul hidraulic al conductelor instalației cu pulverizatoare (exemplul de calcul 5; fig 2.5.48)

Număr tron-son	Numărul și felul armătu rilor racor-date la tronson	$\dot{V}_{sc}$ [l/s]	$\Sigma\dot{V}_{sc}$ [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	il [Pa]	Σil [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma il + \Sigma rl$ [Pa]	H_u [Pa]	H_{nec} [Pa]	h_e [Pa]	$\Sigma\xi$	D_o/D_i	D_o [mm]	Punct de referința
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Rețea inelară; Traseul 1.14.....1.1																			
14	1Pv	0,887																		
1.14	1Pv		0,887	2	26,9	2,82	9500	19000	19000	0,8	3181	3181	22181	400000	422181					
13	1Pv	0,911																		
1.13	2Pv		1,798	2	33,7	3,5	10000	20000	39000	0,8	4900	8081	47081	400000	447081					
12	1Pv	0,938																		
1.12	3Pv		2,736	2	42,4	3	5000	10000	49000	0,5	2250	10331	59331	400000	459331					
11	1Pv	0,951																		
1.11	4Pv		3,687	2	42,4	4,05	9000	18000	67000	0,8	6561	16892	83892	400000	483892					
10	1Pv	0,976																		
1 .10	5Pv		4,663	2	48,3	3,7	6700	13400	80400	0,8	5476	22368	102768	400000	502768					
9	1Pv	0,995																		
1.9	6Pv		5,658	2	60,3	2,6	2700	5400	85800	0,5	1690	24058	109858	400000	509858					
8	1Pv	1,002																		
1.8	7Pv		6,660	2	60,3	3,3	3500	7000	92800	0,5	2723	26781	119581	400000	519581					
7	1Pv	1,012																		
1.7	8Pv		7,672	2	60,3	3,7	4700	9400	102200	0,5	3423	30203	132403	400000	532403					
6	1Pv	1,024																		
1.6	9Pv		8,696	2	60,3	4,4	6100	12200	114400	0,5	4840	35043	149443	400000	549443					
5	1Pv	1,040																		
1.5	10Pv		9,736	2	60,3	4,9	7500	15000	129400	0,8	9604	44647	174047	400000	574047					
4	1Pv	1,063																		
1.4	11Pv		10,799	2	76	3,05	2200	4400	133800	0,5	2326	46973	180773	400000	580773					
3	1Pv	1,069																		
1.3	12Pv		11,868	2	76	3,35	2600	5200	139000	0,5	2806	49778	188778	400000	588778					
2	1Pv	1,077																		
1.2	13Pv		12,945	2	76	3,6	3100	6200	145200	0,5	3240	53018	198218	400000	598218					
1	1Pv	1,085																		
1.1	14Pv		14,030	1,6	76	4	3800	6080	151280	3	24000	77018	228298	400000	628298	38780	4,84	0,77	52,9	a

Anexa I.2.5. - Tabelul 2.5.30. Calculul hidraulic al conductelor instalației cu pulverizatoare (exemplul de calcul 4; fig 2.5.47)

Nr. tronson	Numărul și felul armăturilor racordate la tronson	$\dot{V}_{sc}$ [l/s]	$\Sigma\dot{V}_{sc}$ [l/s]	l [m]	D_e [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	il [Pa]	$\Sigma\, il$ [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$H_r = \Sigma\, il + \Sigma h_{rl}$ [Pa]	H_u [Pa]	H_{nec} [Pa]	h_e [Pa]	$\Sigma\xi$	D_o/D_i	D_o [mm]	Punct de referință
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1Pv	0,887																		
1.1	1Pv		0,887	2	26,9	2,82	9500	19000	19000	2,3	9145	9145	28145	400000	428145					
2	1Pv	0,918																		
1.2	2Pv		1,805	2	33,7	3,5	10000	20000	39000	0,8	4900	14045	53045	400000	453045					
3	1Pv	0,944																		
1.3	3Pv		2,749	2	42,4	3	5000	10000	49000	0,5	2250	16295	65295	400000	465295					
4	1Pv	0,957																		
1.4	4Pv		3,706	2	42,4	4,05	9000	18000	67000	0,8	6561	22856	89856	400000	489856					
5	1Pv	0,982																		
1.5	5Pv		4,688	2	48,3	3,7	6700	13400	80400	0,5	3423	26279	106679	400000	506679					
6	1Pv	1,00																		
1.6	6Pv		5,688	2	48,3	4,5	9000	18000	98400	0,8	8100	34379	132779	400000	532779					
7	1Pv	1,02																		
1.7	7Pv		6,712	16	60,3	3,6	3600	57600	156000	6,5	42120	76499	232499	400000	632499					a
Ramura II ; Hdisp a = 632.499 Pa																				
Tronsoanele 2.1....2.6 la fel ca tronsoanele 1.1.....1.6									98400			34379								
2,7	7Pv		6,712	3	60,3	3,6	3600	10800	109200	6,2	40176	74555	183755	400000	583755	48744	7,52	0,73	38,7	a
1.8	14Pv		13,424	16	76	3,7	3200	51200	160400	0,8	5476	80031	240431	400000	640431					b
Ramura III; $H_{disp\ b}$ = 640.431 Pa																				
Tronsoanele 3.1....3.6 la fel ca tronsoanele 1.1.....1.6									98400			34379								
3.7	7Pv		6,712	3	60,3	3,6	3600	10800	109200	6,2	40176	74555	183755	400000	583755	56676	8,74	0,71	37,6	b
1.9	21Pv		20,136	5	88,8	4,5	3700	18500	127700	5	50625	125180	252880	400000	652880					c
$H_{nec\ tot} = H_{nec} + H_g$ = 652.880 + 39.240 = 692.120 Pa																				

Anexa I.2.5. - Tabelul 2.5.30 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Rețea inelară; Traseul 1.15.....1.29																			
15	1P_v	0,887																		
1.15	1P_v		0,887	4,2	26,9	2,82	9500	39900	39900	3,8	15110	15110	55010	400000	455010					
16	1P_v	0,947																		
1.16	2P_v		1,834	2	33,7	3,5	10000	20000	59900	0,8	4900	20010	79910	400000	479910					
17	1P_v	0,972																		
1.17	3P_v		2,806	2	42,4	3,1	5100	10200	70100	0,5	2403	22413	92513	400000	492513					
18	1P_v	0,985																		
1.18	4P_v		3,791	2	42,4	4,07	9000	18000	88100	0,8	6626	29038	117138	400000	517138					
19	1P_v	1,009																		
1.19	5P_v		4,800	2	48,3	3,7	6700	13400	101500	0,8	5476	34514	136014	400000	536014					
20	1P_v	1,027																		
1.20	6P_v		5,827	2	60,3	2,6	2700	5400	106900	0,5	1690	36204	143104	400000	543104					
21	1P_v	1,03																		
1.21	7P_v		6,861	2	60,3	3,3	3500	7000	113900	0,5	2723	38927	152827	400000	552827					
22.	1P_v	1,04																		
1.22	8P_v		7,904	2	60,3	3,7	4700	9400	123300	0,8	5476	44403	167703	400000	567703					
23	1P_v	1,057																		
1.23	9P_v		8,961	2	60,3	4,45	6200	12400	135700	0,5	4951	49354	185054	400000	585054					
24	1P_v	1,073																		
1.24	10P_v		10,034	2	60,3	5	8100	16200	151900	0,5	6250	55604	207504	400000	607504					
25	1P_v	1,094																		
1.25	11P_v		11,128	2	76	3,1	2300	4600	156500	0,5	2403	58006	214506	400000	614506					
26	1P_v	1,1																		
1.26	12P_v		12,228	2	76	3,35	2600	5200	161700	0,5	2806	60812	222512	400000	622512					
27	1P_v	1,107																		
1.27	13P_v		13,335	2	76	3,7	3200	6400	168100	0,5	3423	64234	232334	400000	632334					
1.28			13,335	2,6	76	4,05	3900	10140	178240	3	24604	88838	267078	400000	667078					a
1.1		14,030																		
1.29			27,37	5	114,1	3,2	1400	7000	185240	6	30720	119558	304798	400000	704798					b

$H_{nec\ tot} = H_{nec} + H_g = 704\ 798 + 39\ 240 = 744\ 038$ Pa

Anexa I.2.5. - Tabelul 2.5.18. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din oțel zincat cu D_e 17,1 - 48,3 mm, pentru apa rece, k = 0,3 mm

D_e 17,1 mm D_i 10,4 mm			D_e 21,4 mm D_i 14,1 mm			D_e 26,9 mm D_i 19,6 mm			D_e 33,7 mm D_i 25,2 mm			D_e 42,4 mm D_i 33,9 mm			D_e 48,3 mm D_i 38,8 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,010	0,12	52	0,020	0,13	39	0,050	0,17	39	0,100	0,20	40	0,22	0,24	38	0,30	0,25	34
0,012	0,14	72	0,024	0,15	54	0,057	0,19	50	0,115	0,23	51	0,24	0,27	45	0,33	0,28	41
0,014	0,16	95	0,028	0,18	72	0,064	0,21	62	0,130	0,26	65	0,26	0,29	52	0,36	0,30	48
0,016	0,19	121	0,031	0,20	87	0,071	0,24	75	0,145	0,29	79	0,28	0,31	60	0,39	0,33	56
0,018	0,21	150	0,035	0,23	109	0,078	0,26	90	0,160	0,32	95	0,30	0,33	68	0,42	0,36	65
0,020	0,24	183	0,039	0,25	133	0,085	0,28	105	0,175	0,35	113	0,32	0,35	77	0,45	0,38	73
0,022	0,26	218	0,043	0,27	159	0,092	0,31	122	0,190	0,38	132	0,34	0,38	87	0,48	0,41	83
0,024	0,28	256	0,047	0,30	188	0,099	0,33	140	0,205	0,41	152	0,36	0,40	97	0,51	0,43	94
0,026	0,31	297	0,050	0,32	211	0,106	0,35	159	0,220	0,44	174	0,38	0,42	107	0,54	0,46	104
0,028	0,33	342	0,054	0,35	244	0,113	0,37	180	0,235	0,47	198	0,40	0,44	118	0,57	0,48	116
0,030	0,35	389	0,058	0,37	279	0,120	0,40	201	0,250	0,50	222	0,42	0,47	130	0,60	0,51	128
0,032	0,38	439	0,062	0,40	317	0,127	0,42	224	0,265	0,53	249	0,44	0,49	142	0,63	0,53	140
0,034	0,40	493	0,066	0,42	356	0,134	0,44	249	0,280	0,56	276	0,46	0,51	154	0,66	0,56	153
0,036	0,42	549	0,069	0,44	388	0,141	0,47	274	0,295	0,59	306	0,48	0,53	167	0,69	0,58	167
0,038	0,45	608	0,073	0,47	432	0,148	0,49	300	0,310	0,62	336	0,50	0,55	181	0,72	0,61	181
0,040	0,47	671	0,077	0,49	478	0,155	0,51	328	0,325	0,65	368	0,52	0,58	195	0,75	0,63	196
0,042	0,49	736	0,081	0,52	526	0,162	0,54	370	0,340	0,68	402	0,54	0,60	210	0,78	0,66	212
0,044	0,52	804	0,085	0,54	577	0,169	0,56	387	0,355	0,71	437	0,56	0,62	225	0,81	0,69	228
0,046	0,54	875	0,088	0,57	617	0,176	0,58	419	0,370	0,74	473	0,58	0,64	241	0,84	0,71	244
0,048	0,57	950	0,092	0,59	672	0,183	0,61	451	0,385	0,77	511	0,60	0,67	257	0,87	0,74	261
0,050	0,59	1027	0,096	0,62	729	0,190	0,63	485	0,400	0,80	550	0,62	0,69	274	0,90	0,76	279
0,052	0,61	1108	0,100	0,64	788	0,197	0,65	520	0,415	0,83	591	0,64	0,71	291	0,93	0,79	297
0,054	0,64	1191	0,104	0,66	851	0,204	0,68	556	0,430	0,86	633	0,66	0,73	309	0,96	0,81	316
0,056	0,66	1277	0,107	0,69	898	0,211	0,70	594	0,445	0,89	676	0,68	0,75	327	0,99	0,84	336
0,058	0,68	1366	0,111	0,71	964	0,218	0,72	632	0,460	0,92	722	0,70	0,78	346	1,02	0,86	356
0,060	0,71	1459	0,115	0,74	1033	0,225	0,75	672	0,475	0,95	768	0,72	0,80	366	1,05	0,89	376
0,062	0,73	1554	0,119	0,76	1103	0,232	0,77	713	0,490	0,98	816	0,74	0,82	386	1,08	0,91	398
0,064	0,75	1653	0,123	0,79	1176	0,239	0,79	755	0,505	1,01	865	0,76	0,84	406	1,11	0,94	419
0,066	0,78	1754	0,126	0,81	1232	0,246	0,82	799	0,520	1,04	916	0,78	0,86	427	1,14	0,96	442
0,068	0,80	1858	0,130	0,83	1309	0,253	0,84	844	0,535	1,07	969	0,80	0,89	449	1,17	0,99	465
0,070	0,82	1966	0,134	0,86	1389	0,260	0,86	889	0,550	1,10	1022	0,82	0,91	471	1,20	1,02	488
0,072	0,85	2076	0,138	0,88	1470	0,267	0,89	936	0,565	1,13	1077	0,84	0,93	493	1,23	1,04	512
0,074	0,87	2189	0,142	0,91	1554	0,274	0,91	984	0,580	1,16	1134	0,86	0,95	517	1,26	1,07	537
0,076	0,90	2306	0,145	0,93	1619	0,281	0,93	1034	0,595	1,19	1192	0,88	0,98	540	1,29	1,09	562
0,078	0,92	2425	0,149	0,96	1707	0,288	0,96	1085	0,610	1,22	1252	0,90	1,00	564	1,32	1,12	588
0,080	0,94	2548	0,153	0,98	1797	0,295	0,98	1137	0,625	1,25	1312	0,92	1,02	589	1,35	1,14	615
0,082	0,97	2673	0,157	1,00	1889	0,302	1,00	1190	0,640	1,28	1375	0,94	1,04	614	1,38	1,17	641
0,084	0,99	2801	0,161	1,03	1984	0,309	1,02	1244	0,655	1,31	1439	0,96	1,06	640	1,41	1,19	669
0,086	1,01	2933	0,164	1,05	2057	0,316	1,05	1300	0,670	1,34	1504	0,98	1,09	666	1,44	1,22	697
0,088	1,04	3067	0,168	1,08	2156	0,323	1,07	1357	0,685	1,37	1571	1,00	1,11	693	1,47	1,24	726
0,090	1,06	3204	0,172	1,10	2258	0,330	1,09	1415	0,700	1,40	1639	1,02	1,13	721	1,50	1,27	755
0,092	1,08	3345	0,176	1,13	2361	0,337	1,12	1472	0,715	1,43	1708	1,04	1,15	748	1,53	1,29	785
0,094	1,11	3488	0,180	1,15	2467	0,344	1,14	1534	0,730	1,46	1779	1,06	1,17	777	1,56	1,32	816
0,096	1,13	3634	0,183	1,18	2548	0,351	1,16	1596	0,745	1,49	1852	1,08	1,20	806	1,59	1,35	847
0,098	1,15	3784	0,187	1,20	2658	0,358	1,19	1659	0,760	1,52	1926	1,10	1,22	835	1,62	1,37	878
0,100	1,18	3936	0,191	1,22	2770	0,365	1,21	1723	0,775	1,55	2001	1,12	1,24	865	1,65	1,40	910
0,102	1,20	4092	0,195	1,25	2885	0,372	1,23	1788	0,790	1,58	2078	1,14	1,26	896	1,68	1,42	843
0,104	1,22	4250	0,199	1,27	3002	0,379	1,26	1855	0,805	1,61	2157	1,16	1,29	927	1,71	1,45	976
0,106	1,25	4411	0,202	1,30	3091	0,386	1,28	1922	0,820	1,64	2236	1,18	1,31	958	1,74	1,47	1010
0,108	1,27	4575	0,206	1,32	3212	0,393	1,30	1991	0,835	1,68	2317	1,20	1,33	990	1,77	1,50	1045
0,110	1,30	4743	0,210	1,35	3336	0,400	1,33	2061	0,850	1,71	2400	1,22	1,35	1023	1,80	1,52	1080
0,112	1,32	4913	0,214	1,37	3461	0,407	1,35	2132	0,865	1,74	2484	1,24	1,37	1056	1,83	1,55	1115
0,114	1,34	5087	0,218	1,39	3589	0,414	1,37	2205	0,880	1,77	2570	1,26	1,40	1090	1,86	1,57	1152

Anexa I.2.5. - Tabelul 2.5.19. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din oțel zincat cu D_e 60,3 - 165,2 mm, pentru apa rece, k = 0,3 mm

D_e 60,3 mm			D_e 76 mm			D_e 88,8 mm			D_e 114,1 mm			D_e 139,7 mm			D_e 165,2 mm		
D_i 50 mm			D_i 65,7 mm			D_i 77,7 mm			D_i 102,1 mm			D_i 127 mm			D_i 152,5 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,55	0,28	30	1,10	0,32	27	1,80	0,38	30	3,40	0,42	25	5,80	0,46	23	9,50	0,52	23
0,60	0,31	35	1,19	0,35	32	1,92	0,41	33	3,61	0,44	28	6,12	0,48	25	9,95	0,55	25
0,65	0,33	41	1,28	0,38	36	2,04	0,43	38	3,82	0,47	31	6,44	0,51	28	10,40	0,57	27
0,70	0,36	47	1,37	0,40	41	2,16	0,46	42	4,03	0,49	34	6,76	0,53	30	10,85	0,59	29
0,75	0,38	53	1,46	0,43	47	2,28	0,48	46	4,24	0,52	38	7,08	0,56	33	11,30	0,62	32
0,80	0,41	60	1,55	0,46	52	2,40	0,51	51	4,45	0,54	41	7,40	0,58	36	11,75	0,64	34
0,85	0,43	67	1,64	0,48	58	2,52	0,53	56	4,66	0,57	45	7,72	0,61	39	12,20	0,67	37
0,90	0,46	75	1,73	0,51	65	2,64	0,56	61	4,87	0,60	49	8,04	0,64	42	12,65	0,69	40
0,95	0,48	83	1,82	0,54	71	2,76	0,58	67	5,08	0,62	53	8,36	0,66	45	13,10	0,72	42
1,00	0,51	92	1,91	0,56	78	2,88	0,61	73	5,29	0,65	58	8,68	0,69	49	13,55	0,74	45
1,05	0,54	101	2,00	0,59	85	3,00	0,63	79	5,50	0,67	62	9,00	0,71	52	14,00	0,77	48
1,10	0,56	111	2,09	0,62	93	3,12	0,66	85	5,71	0,70	67	9,32	0,74	56	14,45	0,79	51
1,15	0,59	120	2,18	0,64	101	3,24	0,68	91	5,92	0,72	72	9,64	0,76	60	14,90	0,82	54
1,20	0,61	131	2,27	0,67	109	3,36	0,71	98	6,13	0,75	77	9,96	0,79	64	15,35	0,84	58
1,25	0,64	141	2,36	0,70	118	3,48	0,73	105	6,34	0,77	82	10,28	0,81	68	15,80	0,87	61
1,30	0,66	153	2,45	0,72	126	3,60	0,76	112	6,55	0,80	87	10,60	0,84	72	16,25	0,89	64
1,35	0,69	164	2,54	0,75	136	3,72	0,78	119	6,76	0,83	93	10,92	0,86	76	16,70	0,91	68
1,40	0,71	176	2,63	0,78	145	3,84	0,81	127	6,97	0,85	98	11,24	0,89	81	17,15	0,94	71
1,45	0,74	188	2,72	0,80	154	3,96	0,84	135	7,18	0,88	104	11,56	0,91	85	17,60	0,96	75
1,50	0,76	201	2,81	0,83	165	4,08	0,86	143	7,39	0,90	110	11,88	0,94	90	18,05	0,99	79
1,55	0,79	214	2,90	0,86	175	4,20	0,89	151	7,60	0,93	116	12,20	0,96	95	18,50	1,01	83
1,60	0,82	228	2,99	0,88	186	4,32	0,91	160	7,81	0,95	123	12,52	0,99	100	18,95	1,04	87
1,65	0,84	242	3,08	0,91	193	4,44	0,94	168	8,02	0,98	129	12,84	1,01	105	19,40	1,06	91
1,70	0,87	257	3,17	0,94	209	4,56	0,96	177	8,23	1,01	136	13,16	1,04	110	19,85	1,09	95
1,75	0,89	271	3,26	0,96	220	4,68	0,99	186	8,44	1,03	142	13,48	1,06	115	20,30	1,11	99
1,80	0,92	288	3,35	0,99	232	4,80	1,01	196	8,65	1,06	150	13,80	1,09	120	20,75	1,14	104
1,85	0,94	302	3,44	1,02	245	4,92	1,04	206	8,86	1,08	157	14,12	1,12	125	21,20	1,16	108
1,90	0,97	318	3,53	1,04	257	5,04	1,06	216	9,07	1,11	164	14,44	1,14	131	21,65	1,19	112
1,95	0,99	335	3,62	1,07	270	5,16	1,09	226	9,28	1,13	171	14,76	1,17	137	22,10	1,21	117
2,00	1,02	352	3,71	1,09	283	5,28	1,11	236	9,49	1,16	180	15,08	1,19	143	22,55	1,24	122
2,05	1,04	369	3,80	1,12	297	5,40	1,14	246	9,70	1,19	187	15,40	1,22	149	23,00	1,26	127
2,10	1,07	387	3,89	1,15	311	5,52	1,16	257	9,91	1,21	195	15,72	1,24	155	23,45	1,28	132
2,15	1,10	405	3,98	1,17	325	5,64	1,19	268	10,12	1,24	204	16,04	1,27	162	23,90	1,31	137
2,20	1,12	424	4,07	1,20	340	5,76	1,22	280	10,33	1,26	212	16,36	1,29	168	24,35	1,33	142
2,25	1,15	442	4,16	1,23	355	5,88	1,24	291	10,54	1,29	221	16,68	1,32	175	24,80	1,36	147
2,30	1,17	462	4,25	1,25	370	6,00	1,27	302	10,75	1,31	229	17,00	1,34	181	25,25	1,38	152
2,35	1,20	482	4,34	1,28	385	6,12	1,29	315	10,96	1,34	238	17,32	1,37	188	25,70	1,41	158
2,40	1,22	503	4,43	1,31	401	6,24	1,32	327	11,17	1,36	247	17,64	1,39	195	26,15	1,43	163
2,45	1,25	523	4,52	1,33	417	6,36	1,34	340	11,38	1,39	256	17,96	1,42	202	26,60	1,46	169
2,50	1,27	544	4,61	1,36	434	6,48	1,37	352	11,59	1,42	266	18,28	1,44	209	27,05	1,48	174
2,55	1,30	566	4,70	1,39	450	6,60	1,39	365	11,80	1,44	275	18,60	1,47	216	27,50	1,51	180
2,60	1,32	588	4,79	1,41	467	6,72	1,42	378	12,01	1,47	285	18,92	1,49	224	27,95	1,53	186
2,65	1,35	610	4,88	1,44	485	6,84	1,44	392	12,22	1,49	295	19,24	1,52	231	28,40	1,56	192
2,70	1,38	633	4,97	1,47	503	6,96	1,47	405	12,43	1,52	305	19,56	1,54	239	28,85	1,58	198
2,75	1,40	656	5,06	1,49	521	7,08	1,49	419	12,64	1,54	315	19,88	1,57	246	29,30	1,60	204
2,80	1,43	680	5,15	1,52	539	7,20	1,52	433	12,85	1,57	325	20,20	1,60	254	29,75	1,63	210
2,85	1,45	704	5,24	1,55	557	7,32	1,54	448	13,06	1,60	335	20,52	1,62	262	30,20	1,65	216
2,90	1,48	728	5,33	1,57	577	7,44	1,57	462	13,27	1,62	347	20,84	1,65	270	30,65	1,68	223
2,95	1,50	753	5,42	1,60	596	7,56	1,60	477	13,48	1,65	358	21,16	1,67	278	31,10	1,70	229
3,00	1,53	779	5,51	1,63	616	7,68	1,62	492	13,69	1,67	369	21,48	1,70	287	31,55	1,73	236
3,05	1,55	804	5,60	1,65	635	7,80	1,65	507	13,90	1,70	380	21,80	1,72	295	32,00	1,75	242
3,10	1,58	830	5,69	1,68	656	7,92	1,67	523	14,11	1,72	391	22,12	1,75	304	32,45	1,78	249
3,15	1,61	857	5,78	1,71	676	8,04	1,70	538	14,32	1,75	403	22,44	1,77	313	32,90	1,80	256

2.6. Rețele exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri

2.6.1. Sisteme, scheme și condiții de realizare a rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri

2.6.1.1 Alcătuirea și clasificarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece

Rețeaua exterioară de alimentare cu apă cuprinde totalitatea conductelor, armăturilor, aparatelor de măsură, siguranță și control, construcțiilor și instalațiilor, accesoriilor care asigură transportul apei de la rezervoarele de acumulare (înmagazinare) sau de la instalațiile de ridicare a presiunii apei, până la conductele de racord (branșamentele) ale consumatorilor și constituie o parte componentă a sistemului de alimentare cu apă a localității sau industriei. Rețeaua exterioară de alimentare cu apă trebuie să asigure debitul maxim orar, la presiunea de serviciu necesară. Presiunea de serviciu este presiunea minimă necesară care trebuie asigurată, în orice punct de branșament (racord) al instalațiilor interioare la rețeaua exterioară, pentru a putea fi furnizat debitul necesar de apă pentru consum menajer, industrial sau pentru combaterea incendiilor. Presiunea maximă admisă în rețelele exterioare de alimentare cu apă este de 6 bar stabilită din condiția de rezistență a instalațiilor interioare (conducte, armături) din clădiri.

La proiectarea rețelelor exterioare se ține seama de o serie de factori și anume: sistematizarea localităților care urmează a fi alimentate cu apă, amplasamentul consumatorilor, relieful terenului, configurația străzilor, căile de acces public și poziția unor obstacole naturale (râuri, parcuri etc.) sau artificiale (alte rețele amplasate în zonă, căi de comunicații etc.). Alegerea judicioasă a schemei (alcătuirii) rețelei este rezultatul analizei factorilor de mai sus și a unor calcule de eficiență economică.

Rețelele exterioare de alimentare cu apă se compun din următoarele categorii de conducte (fig. 2.6.1):

- principale sau artere 1 care transportă apa de la rezervorul de acumulare (compensare) sau de la stația de pompare, în sectoarele de consum;
- de serviciu 2 sau conducte „publice", care transportă apa de la conductele principale până la punctele de branșament; la aceste conducte se execută branșamentele 3 ale stației de hidrofor sau clădirilor. De asemenea, la conductele de serviciu se pot monta hidranți exteriori pentru combaterea incendiilor 4 sau hidranții pentru stropit spații verzi 5;
- secundare 6, numite și rețele exterioare de distribuție a apei în ansambluri de clădiri, care transportă apa de la instalația de ridicare a presiunii 7 (de regulă, instalația de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor) la instalațiile 8 din interiorul clădirilor 9.

După forma în plan se disting următoarele tipuri de rețele:

- ramificate, prin care apa circulă într-o singură direcție;
- inelare cu puncte de ramificație numite noduri, alcătuite din bucle sau ochiuri închise, la care apa poate ajunge în orice punct cel puțin din 2 direcții;
- mixte, cu porțiuni ramificate și porțiuni inelare.

Rețelele inelare prezintă siguranță în exploatare, atât în cazul consumurilor menajere și industriale cât, mai ales, pentru combaterea incendiilor; în cazul unei defecțiuni într-un punct al unui tronson (porțiuni) al rețelei se poate continua alimentarea cu apă a celorlalți consumatori, pe când la o rețea ramificată se întrerupe alimentarea cu apă pe toată suprafața localității sau industriei din aval de acest punct.

După calitatea apei transportate se disting: rețele exterioare pentru alimentare cu apă potabilă sau cu apă industrială.

După numărul de conducte de transport a apei, rețelele exterioare pot fi cu:

- o singură conductă de distribuție a apei pentru consum menajer, industrial și pentru combaterea incendiilor;
- conducte separate pentru fiecare fel de consum;
- conducte comune pentru anumite categorii de consum al apei.

În cazul centrelor populate se prevede, în general, o singură rețea exterioară de distribuție pentru apa necesară consumului menajer, industrial și pentru combaterea incendiilor.

Sunt cazuri când întreprinderile industriale necesită debite mari de apă nepotabilă și rezultă ca economică o alimentare separată cu apă pentru procese tehnologice și separat o rețea de apă potabilă și pentru combaterea incendiilor. Pentru a se evita infectarea apei potabile se interzice orice legătură permanentă sau ocazională între rețeaua de apă potabilă și rețelele de apă industrială nepotabilă (netratată sau tratată sumar, după necesități).

După valoarea presiunii necesare a apei pentru combaterea incendiilor se deosebesc 2 tipuri de rețele, de:

- *joasă presiune* (minimum 0,7 bar, în cazul hidranților pentru combaterea incendiilor), astfel că presiunea necesară la ajutajul țevii de refulare este asigurată de motopompe;
- *înaltă presiune*, cu stații proprii de pompare.

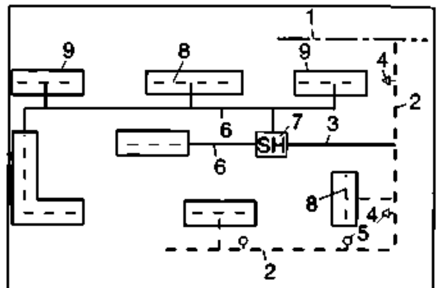


Fig. 2.6.1. Rețea exterioară de alimentare cu apă a unui ansamblu de clădiri: 1 - conductă principală sau arteră; 2 - conductă de serviciu; 3 - branșament; 4 - hidrant de incendiu; 5 - hidrant de grădină; 6 - conductă de distribuție în ansamblul de clădiri; 7 - stație de hidrofor; 8 -conductă de distribuție în interiorul clădirii; 9 - clădire.

Rețelele de joasă presiune se folosesc în întreprinderi industriale cu pericol redus de incendiu, iar cele de înaltă presiune în întreprinderi industriale cu pericol mărit de incendiu, ca de exemplu: în industria lemnului, în industria petrolieră, chimică etc.

2.6.1.2 Rețele exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri

La alcătuirea rețelelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri se ține seama de: sistematizarea ansamblului de clădiri, respectiv, amplasarea consumatorilor în plan și pe verticală, și legat de aceasta, posibilitatea grupării clădirilor cu aceeași înălțime; relieful terenului; sarcina hidrodinamică disponibilă și presiunile necesare la consumatori; mărimea și variațiile debitului de apă necesar la punctele de consum; condițiile de calitate a apei; costurile specifice de investiție și ale energiei de pompare a apei.

Presiunile necesare la consumatori sunt:

- 0,7 bar - pentru hidranții exteriori de incendiu la care se racordează autopompe;
- 0,5...0,7 bar - pentru instalațiile interioare de alimentare cu apă rece ale clădirilor cu parter racordate direct la rețeaua exterioară;
- 0,5...0,7 bar - pentru racordarea stațiilor de pompare cu recipiente de hidrofor;
- 2,5...4 bar - pentru instalațiile interioare ale clădirilor cu parter și 4 etaje;
- 4,5...6 bar - pentru instalațiile interioare ale clădirilor cu parter și 9 etaje.

Presiunea maximă admisă pentru o zonă de presiune fiind de 6 bar, pentru presiuni necesare care depășesc 6 bar se adoptă 2 sau mai multe zone de presiune a apei.

Rețelele exterioare de distribuție a apei reci cu o singură zonă de presiune

pot fi:
- racordate direct la conductele de serviciu ale rețelei de alimentare cu apă a localității. Conductele de serviciu pot avea configurația ramificată, inelară sau mixtă, în funcție de mărimea localității și importanța consumatorilor;
- racordate indirect la conductele de serviciu, prin intermediul stațiilor de pompare cu sau fără recipiente de hidrofor.

Alimentarea cu apă dintr-o singură stație de pompare cu recipiente de hidrofor constituie o soluție economică pentru ansambluri de clădiri de locuit cuprinzând până la 6 000 apartamente. Instalațiile interioare care au sarcina hidrodinamică necesară egală sau mai mică față de cea din conductele de serviciu (ca de exemplu, instalațiile interioare de alimentare cu apă rece din școli, grădinițe, cămine de copii, cinematografe etc.) se racordează direct la conductele de serviciu. Hidranții de incendiu exteriori pot fi racordați fie la conductele de serviciu, fie la rețeaua exterioară de alimentare cu apă rece a ansamblului de clădiri, iar hidranții pentru stropit spații verzi numai la rețeaua exterioară a ansamblului de clădiri.

Alimentarea cu apă cu mai multe stații de pompare se adoptă pentru ansambluri de clădiri cuprinzând 5 000... 6 000 de apartamente sau chiar și pentru ansambluri mai mici, dar amplasate pe terenuri cu denivelări mari, care pot conduce la depășirea presiunii de 6 bar în unele instalații interioare, în care caz stațiile de pompare se amplasează la cote diferite și se dimensionează fiecare pentru o singură zonă de presiune a apei. Hidranții exteriori de incendiu și hidranții de stropit spații verzi se amplasează la fel ca în cazul alimentării cu o singură stație de pompare.

Când presiunea necesară la consumatori depășește 6 bar, fie datorită regimului de înălțime al clădirilor, fie datorită denivelărilor terenului sau când presiunea necesară nu depășește 6 bar, dar numărul clădirilor cu înălțime redusă este comparabil cu cel al clădirilor cu înălțime mare, se adoptă rețele distincte de distribuție a apei reci, cu regimuri diferite de presiune. În acest caz, alimentarea cu apă se poate face printr-o singură stație de pompare prevăzută cu pompe separate pentru cele 2 rețele, respectiv, zone de presiune, sau cu stații de pompare distincte pentru fiecare rețea, respectiv zonă de presiune, când clădirile mai înalte sunt amplasate grupat într-o anumită zonă a ansamblului de clădiri.

Când presiunea disponibilă în conductele de serviciu poate asigura alimentarea cu apă a hidranților exteriori de incendiu și de grădină și instalațiile

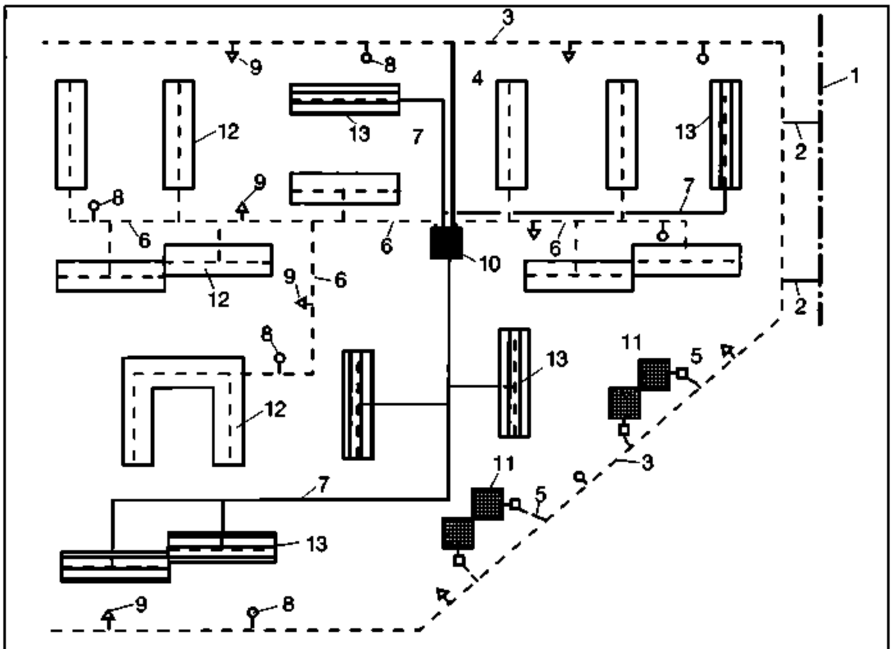


Fig. 2.6.2. Rețele de alimentare cu apă a unui ansamblu de clădiri cu 3 zone de presiune:
1 - conductă principală sau arteră; 2 - conducte de racord a conductei de serviciu la conducta principală; 3 - conductă de serviciu; 4 - branșamentul stației de hidrofor ; 5 - conductă de racord a instalațiilor interioare la conducta de serviciu; 6 - conductă de distribuție a apei reci pentru clădiri de locuit cu P + 4 etaje; 7 - idem, pentru clădiri de locuit cu P + 8...P + 10 etaje; 8 - hidranți de grădină; 9 - hidranți de incendiu; 10 - stație de hidrofor pentru 2 regimuri de preiune; 11 - clădiri cu P + 1...P + 2 etaje; 12 - clădiri cu P + 4 etaje; 13 - clădiri cu P + 8 ....P + 10 etaje.

interioare ale clădirilor cu înălțime mică, iar restul clădirilor din ansamblu sunt grupate pe 2 regimuri de înălțime, soluția economică de alimentare cu apă poate fi prin 3 rețele distincte, respectiv, pe 3 zone de presiune. În prima zonă de presiune a apei din conductele de serviciu se asigură alimentarea cu apă a hidranților exteriori de incendiu și de grădină și a instalațiilor din clădirile cu înălțime mică racordate direct. În a 2-a zonă de presiune, sunt grupate instalațiile clădirilor cu P+4, P+5 etaje, iar în zona a 3 - a instalațiile clădirilor cu P+8...P+10 etaje. Este indicat să se prevadă o singură stație de pompare cu recipiente de hidrofor, cu agregate de pompare separate pentru cele 2 zone de presiune, ale rețelelor distincte de distribuție a apei pentru clădirile cu P+4, P+5 etaje, respectiv pentru P + 8...P+10 etaje (fig. 2.6.2). În funcție de mărimea sau întinderea ansamblului de clădiri și de denivelările terenului alimentarea cu apă se poate face și cu stații de pompare separate pentru fiecare rețea exterioară corespunzătoare zonei de presiune respectivă.

2.6.1.3 Racordarea instalațiilor interioare la rețelele exterioare de alimentare cu apă sau la surse (branșamente)

Branșamentul este conducta de racord între instalația interioară și rețeaua exterioară de alimentare cu apă (conductă publică sau de serviciu) sau sursele proprii ale consumului respectiv.

Branșamentele pot fi de 2 feluri: provizorii, folosite numai în perioada de execuție a construcției, și definitive, folosite și ca branșamente provizorii în perioada de construcție.

În funcție de importanța consumatorului, branșamentele pot fi simple sau multiple. În cazul în care consumatorul necesită o alimentare cu apă continuă, fără nici o întrerupere, cum sunt, de exemplu, industriile cu procese tehnologice la care întreruperea alimentării cu apă poate determina degradarea produselor sau deteriorarea aparatelor utilizate, se iau măsuri speciale de siguranță în alimentarea cu apă, prevăzându-se:
- 2 racorduri de la aceeași conductă de serviciu;
- 2 racorduri de la 2 rețele de pe străzi diferite;
- realizarea unei rezerve intangibile, de avarie.

În anumite cazuri, se prevăd mai mult de 2 branșamente; în aceste situații branșamentele se dimensionează astfel încât din cele n branșamente prevăzute, n - 1 să asigure debitul de apă necesar în instalație.

Branșamentul se amplasează în zona de consum maxim de apă, în vederea obținerii unei soluții cât mai economice pentru rețeaua de distribuție a apei și

Tabelul 2.6.1. Distanțe minime în plan orizontal dintre rețele exterioare de alimentare cu apă și alte rețele, elemente de construcții sau arbori [m]

Denumirea rețelei	Rețele de canalizare	Conducte de gaze	Fundația clădirilor fără subsol	Fundația clădirilor cu subsol	Bordură rigolă	Șină de tramvai	Rigolă cu guri de scurgere	Arbori (axa lor)
Rețele exterioare de alimentare cu apă	3,0	0,6	2,0	3,0	0,5	2,0	0,7	1,5

Observații:
1. Distanța față de șina de tramvai se aplică în cazul conductelor metalice;
2. Pentru conducte pozate în terenuri sensibile la umezire, se aplică prevederile: Normativul privind proiectarea și executarea construcțiilor fondate pe pământuri sensibile la umezire.

se execută perpendicular pe frontul clădirii, astfel încât să aibă o lungime cât mai mică, iar străpungerea fundațiilor la intrarea în clădire să se facă ușor.

Un branșament poate alimenta cu apă o singură clădire sau un ansamblu (grup) de clădiri dacă, în general, se încadrează în aceeași categorie, ca de exemplu, în cazul ansamblurilor de clădiri de locuit.

Pe conducta de branșament, după punctul de racord, se montează subteran o vană (robinet) de concesie de la care se poate închide alimentarea cu apă a întregii instalații interioare, în caz de nevoie. De asemenea, pe conducta de branșament se montează instalația pentru măsurarea și înregistrarea consumului de apă, compusă din apometru și armăturile anexe.

2.6.1.4 Amplasarea (pozarea) rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece

Ținând seama de schemele de alimentare cu apă adoptate și urmărind reducerea volumului de lucrări și a consumului de materiale, rețelele exterioare se pot amplasa:

- *îngropate în sol*, sub adâncimea de îngheț stabilită pentru localitatea respectivă, conform datelor din STAS 6054. Se recomandă ca traseele conductelor să treacă, pe cât posibil, prin spațiile verzi (pentru a fi ușor accesibile în caz de defecțiune), cât mai aproape de consumatori și cât mai scurte. În terenuri normale, distanța minimă de la aliniamentul clădirilor până la axa conductelor de apă de distribuție este de 3 m. Distanțele minime în plan orizontal și vertical, precum și condițiile de amplasare la traversări și încrucișări cu alte rețele sau obstacole sunt indicate în tabelele 2.6.1 și 2.6.2. Se interzice trecerea conductelor de apă potabilă prin căminele de vizitare ale rețelei de canalizare, prin canale de evacuare a apelor uzate, haznale etc. Conductele de alimentare cu apă potabilă nu vor fi legate cu conductele de apă nepotabilă sau industrială. Conductele metalice se izolează pentru protecția contra coroziunii (STAS 7335/5);
- *în canale de protecție*, în cazurile în care terenul este sensibil la umezire și nu pot fi respectate distanțele impuse (prin normativul P 7) față de fundațiile clădirilor sau când conductele de alimentare cu apă trebuie să fie protejate împotriva acțiunilor mecanice exterioare. În general, se evită amplasarea conductelor de alimentare cu apă rece în canale în care se montează și conductele de alimentare cu apă caldă. Când traseele conductelor de apă rece și caldă sunt comune și se impune montarea conductelor de apă rece în canale, se adoptă soluția de separare a canalului în 2 compartimente;
- *în subsolurile clădirilor*, când acestea sunt prevăzute cu subsoluri. La adoptarea acestei soluții se iau următoarele măsuri de protecție: conductele se izolează termic, pentru a se evita încălzirea apei reci; la traversarea rosturilor de tasare a pereților sau a fundațiilor clădirilor, golurile sunt mai mari decât diametrele exterioare ale conductelor cu 10...15 cm; conductele traversează golul pe la partea inferioară a acestuia, iar etanșarea golurilor în jurul conductelor se face cu material elastic; în porțiunile în care conductele traversează elemente de construcții nu se admit îmbinări; în cazurile în care golurile sunt determinate de dimensiunile canalelor respective se asigură accesibilitatea conductelor pentru întreținere și reparații în timpul exploatării;
- *în galerii subterane vizitabile*, împreună cu alte rețele, în cazuri speciale (artere cu circulație intensă, condiții de teren foarte dificile, nevoie de supraveghere frecventă sau de intervenție rapidă);
- *aerian*, pe porțiuni scurte ale rețelei.

2.6.2. Materiale și echipamente specifice pentru rețelele exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri

2.6.2.1 Conducte și armături

a. *Tuburi din beton armat precomprimat.* Se utilizează, în special, la conductele de aducțiune sau artere pentru alimentarea cu apă a centrelor populate și a industriilor. Tuburile se fabrică cu diametrele nominale de 400, 600, 800 și 1 000 mm și pentru presiuni de regim de 4, 7 și 10 bar.

b. *Tuburi și piese de legătură din fontă ductilă (fontă de presiune),* bitumate sau nebitumate la interior și piese de legătură (STAS 9392 și STAS 1515), rezistente la presiunea interioară de 6 bar. Aceste tuburi sunt tot mai mult înlocuite de tuburile din fontă ductilă, având aceleași diametre nominale, care au o fiabilitate mult mai mare.

c. *Țevi și fitinguri din oțel.* Se folosesc țevi din oțel carbon, sudate longitudinal, zincate (pentru apa potabilă) sau nezincate (pentru apa industrială), filetate sau nefiletate (STAS 7656), precum și țevi sudate longitudinal, pentru construcții (STAS 7657).

d. *Țevi și fitinguri din PVC, polipropilenă sau polietilenă.* Caracteristicile acestor țevi sunt prezentate în cap. 2.4.

Tabelul 2.6.2. Condiții de amplasare pentru încrucișări de conducte (conform STAS 8591)

Rețele care se încrucișează	Condiții de amplasare	Măsuri de protecție pentru cazurile în care condițiile de amplasare prevăzute în acest tabel nu pot fi respectate
Conducte de alimentare cu apă potabilă cu canale de ape uzate	Conductele de alimentare cu apă potabilă se amplasează deasupra canalelor de ape uzate, la distanța minimă de 40 cm.	Conductele de alimentare cu apă potabilă se introduc în tuburi de protecție. Tuburile de protecție trebuie să depășească canalul de ape uzate, de o parte și de alta din axul acestuia, cu: - 2,50 m, în teren impermeabil; - 5,00 m, în teren permeabil
Conducte de alimentare cu apă cu canalizație telefonică	Conductele de alimentare cu apă se amplasează sub canalizația telefonică	Soluția de amplasare se stabilește cu acordul întreprinderilor care exploatează rețelele respective

2.6.2.2 Hidranți exteriori pentru stingerea incendiilor

a. *Hidranți subterani de incendiu*, STAS 695, fig. 2.6.3 se execută cu diametre de 70 și 100 mm, pentru presiunea de 10 bar. Se racordează la rețeaua exterioară prin intermediul unei piese de legătură fixată cu flanșă de corpul subteran al hidranților. Flanșele de racordare ale pieselor de legătură cu hidranții subterani se execută cu diametre de 50, 70 și 80 mm pentru hidranți având diametrul de 70 mm și cu diametre de 100 și 125 mm pentru hidranți având diametrul de 100 mm. Hidranții subterani sunt prevăzuți cu dispozitive de golire a apei pentru a se evita înghețarea în timpul iernii. Furtunurile de incendiu se racordează la hidranții subterani prin intermediul hidranților portativi cu robinete (STAS 697), care pot fi cu 2 racorduri fixe (fig. 2.6.4) sau fără robinete de închidere (STAS 698), care pot fi cu cot simplu sau dublu.

Firmele străine (CIA - Italia; HS Control System Limited - Anglia etc.) produc hidranți subterani cu diametre nominale de 50, 70, 80, 100, 125 și 150 mm, precum și întreaga garnitură de robinete și racorduri pentru alimentarea cu apă de la rețea, respectiv de la motopompe.

b. *Hidranți supraterani de incendiu*. Hidranții supraterani prezintă mult mai mare siguranță în exploatare decât hidranții subterani, putând fi ușor identificați și racordați rapid la sursele de alimentare cu apă (inclusiv motopompe) și la echipamentul de stins incendii.

Hidranții de suprafață pentru stingerea incendiilor produși în țară (STAS 3479) se execută cu diametre de 70 și 80 mm, pentru presiunea nominală de 10 bar (fig. 2.6.5). Se folosesc pentru racordarea furtunurilor sau a autopompelor la instalațiile fixe.

Firmele străine (HAWLE - Austria, CENTRO ITALIA ANTINCENDIU, CIA - Italia, SAFETY & EMERGENCY SYSTEMS, SES ENGINEERING - SUA și altele) produc hidranți supraterani cu diametre nominale de 50, 70, 80, 100 mm, modelele normal și scurt, cu A = 350 mm și B = 500, 700 și 1 000 mm, din inox, cu capul din fontă, ceea ce le conferă o maximă protecție anticorosivă.

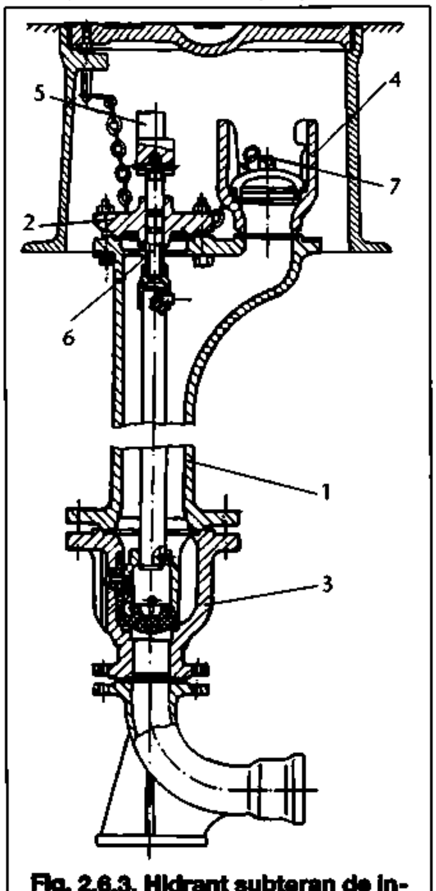


Fig. 2.6.3. Hidrant subteran de incendiu:
1 - corp; 2 - capac; 3 - cutia ventilului; 4 - racord cu gheare; 5 - piesă de legătură pentru cheie; 6 - tijă; 7 - capacul racordului.

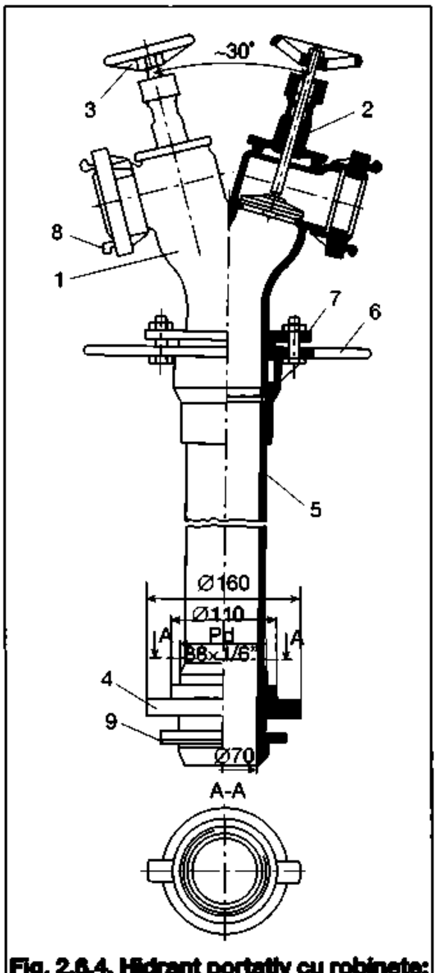


Fig. 2.6.4. Hidrant portativ cu robinete:
1 - corp bifurcat; 2 - capacul robinetului; 3 - roată de manevră; 4 - piuliță de racordare cu urechi; 5 - corp tubular; 6 - flanșe cu mânere; 7 - flanșe; 8 - racord fix; 9 - garnitură.

2.6.2.3 Hidranți pentru stropit spații verzi

Se execută în 3 mărimi cu diametre de 1/2; 3/4 și 1", pentru presiunea nominală de 6 bar, cu roată de manevră și corpul din fontă, iar restul pieselor din alamă; sunt prevăzuți cu racord cu piuliță olandeză și cu racord pentru furtun. Se montează la nivelul terenului în cutii de protecție.

2.6.3. Dimensionarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece din ansambluri de clădiri

2.6.3.1 Stabilirea tipurilor și numărului punctelor de consum alimentate cu apă rece din rețelele exterioare

La rețelele exterioare de alimentare cu apă rece se pot racorda:
- hidranți exteriori pentru incendiu;
- hidranți pentru stropit spații verzi;

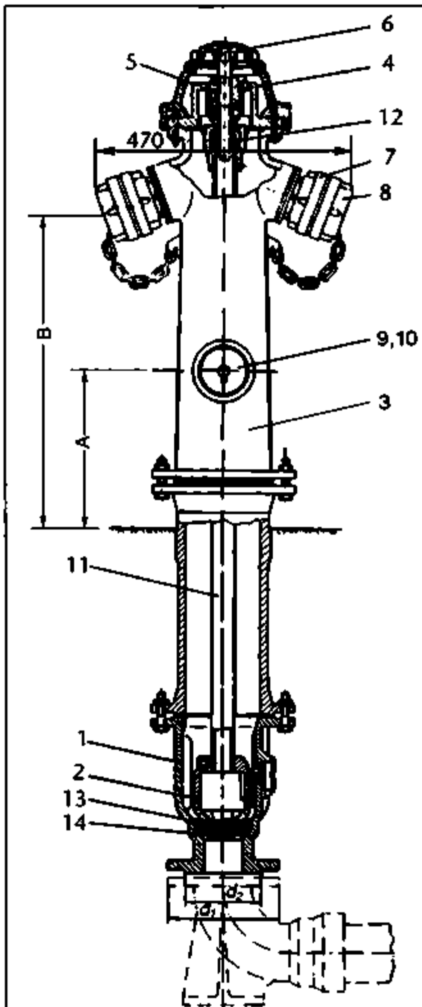


Fig. 2.6.5 Hidrant suprateran:
1 - cutia ventilului; 2 - corpul ventilului; 3 - corpul hidrantului; 4 - corpul presgarniturii; 5 - bucșe de presiune; 6 - capac de manevră; 7 - racord fix B sau C; 8 - racord înfundat B sau C; 9 - racord fix A; 10 - racord înfundat A; 11 - tije; 12 - piulița tijei; 13 - garnitura ventilului; 14 - scaunul ventilului.

Tabelul 2.6.3. Debitul de incendiu exterior $\dot{V}_{ie}$ [l/s] și numărul de incendii exterioare simultane pentru centre populate (STAS 1343/I)

Numărul locuitorilor din centrul populat [N]	Numărul de incendii exterioare simultane [n]	$\dot{V}_{ie}$ [l/s] Clădiri cu 1...4 niveluri	$\dot{V}_{ie}$ [l/s] Clădiri cu peste 4 niveluri
5000	1	5	10
5001...10000	1	10	15
10001...25000	2	10	15
25001...50000	2	20	25
50001...100000	2	25	35
100001...200000	2	30	40
200001...300000	3	40	55
300001...400000	3	-	70
400001...500000	3	-	80
500001...600000	3	-	85
600001...700000	3	-	90
700001...800000	3	-	95
800001...1000000	3	-	100

Observații:
1. Valorile din tabel se aplică și în cazul cartierelor izolate, separate de centrul populat printr-o zonă neconstruită, mai lată de 300 m.
2. Debitul pentru un incendiu exterior (q_{ie}) și numărul de incendii simultane (n) pentru centrele populate cu peste 1000000 locuitori se determină pe bază de studii speciale.
3. În cazul rețelelor cu zone de presiune, se analizează și situația în care fiecare zonă funcționează independent în caz de incendiu.

- hidranți pentru platforme de gunoi;
- fântâni de băut apă;
- fântâni ornamentale cu jocuri de apă.

a. Hidranți exteriori pentru incendiu. Numărul, tipul, amplasarea și debitul specific al hidranților exteriori pentru combaterea incendiilor se stabilesc astfel încât, debitul de calcul al conductei de distribuție a apei pentru stingerea din exterior a incendiului V_{ie} [l/s] să fie asigurat pentru fiecare compartiment de incendiu, ținând seama de schema adoptată pentru stingerea incendiilor (cu pompe mobile sau cu linii de furtun racordate direct la hidranți exteriori).

Numărul hidranților exteriori se determină astfel încât fiecare punct al clădirilor să fie atins de numărul de jeturi în funcțiune simultană, debitul însumat al acestora trebuind să asigure debitul de apă de incendiu prescris pentru fiecare tip de clădire.

Numărul de incendii exterioare simultane care poate avea loc pe teritoriile întreprinderilor industriale se stabilește astfel:
- suprafața teritoriului este mai mică de 150 ha, un incendiu;
- suprafața teritoriului este mai mare de 150 ha, se consideră 2 incendii simultane, alegând 2 clădiri care necesită cele mai mari debite de apă de incendiu;
- în zona industrială având o suprafață mai mare de 150 ha, se află mai multe întreprinderi industriale, fiecare cu incinta mai mică de 150 ha, alimentate cu apă prin rețele comune, rețelele din fiecare incintă se calculează considerând un singur incendiu, iar rețelele comune pentru 2 incendii simultane care necesită cele mai mari debite de apă;
- zone industriale cu suprafața mai mare de 300 ha, numărul de incendii simultane se stabilește de comun acord cu Inspectoratul General al Pompierilor;
- depozite sau grupe de depozite de cherestea, bușteni, traverse, lemne de foc și depozite de cărbuni, având o suprafață mai mare de 20 ha; se iau în calcul 2 incendii simultane, considerând 2 sectoare diferite care necesită debitele cele mai mari.

Numărul de incendii exterioare simultane pentru centre populate și zone industriale, în cazul în care se asigură alimentarea cu apă rece prin rețele comune, se stabilește pentru:
- centrele populate cu mai puțin de 10.000 de locuitori și o zonă industrială cu suprafața până la 150 ha se consideră un singur incendiu, la centrul populat sau la zona industrială unde debitul de incendiu este cel mai mare;
- centrele populate cu populația cuprinsă între 10.000 și 25.000 de locuitori având și o zonă industrială cu suprafața până la 150 ha se consideră 2 incendii simultane, unul la centrul populat și altul la zona industrială, sau amândouă la centrul populat, dacă rezultă în ultimul caz un debit mai mare;
- centrele populate cu mai puțin de 25.000 de locuitori și cu o zonă industrială având suprafața peste 150 ha se vor lua în calcul 2 incendii simultane, unul la centrul populat și altul la zona industrială sau ambele la centrul populat sau zona industrială, corespunzătoare debitului de incendiu cel mai mare;
- centrele populate cu populația egală sau mai mare de 25.000 de locuitori, având o zonă industrială cu suprafața mai mare de 150 ha numărul incendiilor simultane și debitele de calcul se stabilesc separat pentru centrul populat, pe baza datelor din tabelul 2.6.3 și separat pentru zona industrială, după care se însumează debitele de apă pentru incendiu.

Pentru centrele populate din mediul rural, conform prevederilor Normativului pentru proiectarea și executarea lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare a localităților din mediul rural (P 66), necesarul de apă pentru combaterea incendiilor se stabilește astfel:
- 5 l/s pentru localități având până la 5000 locuitori, la care debitul maxim orar pentru nevoi gospodărești este egal sau mai mare de 5 l/s;
- 10 l/s pentru localități având până la 10 000 locuitori, la care debitul maxim orar pentru nevoi gospodărești este egal sau mai mare de 10 l/s.

Dacă debitul maxim orar pentru nevoi gospodărești, la localități având până la 5000 de locuitori, este mai mic de 5 l/s, necesarul de apă pentru combaterea incendiilor se asigură printr-o rezervă de apă de 10 m^3.

Repartizarea incendiilor simultane se face astfel încât un incendiu să revină unei suprafețe locuite de cel mult 10 000 de locuitori.

Distanța medie d între 2 incendii simultane se determină cu relația:

$$d = \frac{10\,000}{\sqrt{D_p}}\ [\text{m}] \qquad (2.6.1)$$

în care:

D_p - reprezintă densitatea populației, în număr de locuitori/ha.

Distanțele de amplasare a hidranților exteriori de incendiu se stabilesc în funcție de raza de acțiune a hidranților, care se consideră de 120 m când presiunea apei necesară la hidranți este asigurată de rețeaua exterioară, de 100...150 m în cazul folosirii motopompelor și de 200 m în cazul folosirii autopompelor. La stabilirea distanțelor de amplasare a hidranților exteriori pentru incendiu se ține seama și de faptul că înălțimile clădirilor care pot fi protejate nu depășesc 45 m.

Presiunea minimă la hidranții exteriori de la care se intervine direct pentru stingere, trebuie să asigure realizarea de jeturi compacte de minimum 10 m lungime, țeava de refulare acționând în punctele cele mai înalte și depărtate ale acoperișului (stivelor) cu un debit de 5...10 l/s.

Presiunea minimă (măsurată la suprafața terenului) la hidranții exteriori de la care intervenția pentru stingere se asigu-

ră folosind pompe mobile, trebuie să fie de minimum 0,7 bar. Ca urmare, hidranții de incendiu pot fi alimentați cu apă din rețele exterioare având sarcina hidrodinamică, în punctul de racord al hidrantului, $H_{disp} \geq 0,7$ bar.

Hidranții exteriori de incendiu ai rețelelor de joasă presiune se amplasează la 2 m de bordura părții carosabile a drumului; dacă rețeaua exterioară de alimentare cu apă este amplasată într-o zonă verde, distanța de la bordura părții carosabile a drumurilor până la hidranți va fi de maximum 6 m.

Hidranții exteriori de incendiu se montează la 5 m de suprafața zidurilor clădirii și la 10...15 m de sursele de căldură.

Pentru localitățile din mediul rural, conform prevederilor Normativului P 66, pe porțiunile de rețele de alimentare care distribuie debitul maxim orar:

- < 5 l/s, nu se prevăd hidranți de incendiu;
- între 5 și 10 l/s, se prevăd 3 până la 5 hidranți de incendiu amplasați la distanțe de max. 500 m între ei;
- > 10 l/s, se prevăd 5 până la 10 hidranți de incendiu amplasați la distanțe de max. 500 m între ei.

În terenurile sensibile la umezire, pe lângă distanțele impuse de condițiile de siguranță, se ține seama ca distanța față de clădiri să fie de o dată și jumătate înălțimea stratului de pământ sensibil la umezire.

b. Hidranți pentru stropit spații verzi. Numărul de hidranți se stabilește prin amplasarea lor, distanța dintre 2 hidranți fiind de 130...140 m, ținând seama de raza de acțiune a unui hidrant (numeric egal cu lungimea furtunului care este de 100 m), astfel încât fiecare punct să fie atins de jetul de apă, asigurându-se stropirea întregului spațiu verde. Suprafața de udat care revine unui hidrant este de circa 2 ha și se calculează ca fiind suprafața unui pătrat înscris într-un cerc cu rază egală cu raza de acțiune a unui hidrant, care este de 100 m. Debitul specific $\dot{V}_{hg}$ al unui hidrant de grădină cu diametrul nominal D_n 20 mm este de 0,60 l/s, iar al unui hidrant cu D_n 25 mm de 0,80 l/s. Intensitatea medie de stropire i_{hg} a spațiilor verzi, aleilor și drumurilor este $i_{hg} = 1,65...2,2$ l/m² zi.

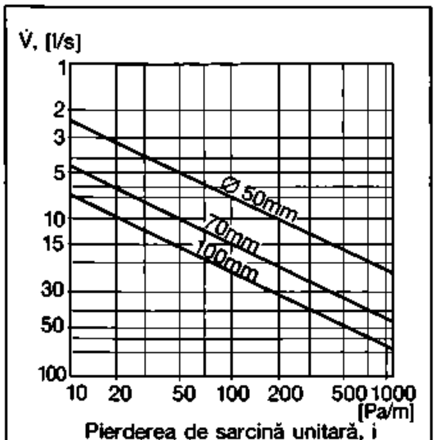


Fig. 2.6.6. Nomogramă pentru calculul debitului hidranților de incendiu exterior fără furtun, în funcție de presiunea din rețeaua de alimentare cu apă.

Tabelul 2.6.4. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor, $\dot{V}_{ic}$, la clădirile civile izolate, pentru învățământ, spitale, clădiri cu săli aglomerate, clădiri social-administrative (STAS 1478)

Gradul de rezistență la foc a clădirii	Debitul de apă pentru stingerea unui inendiu, $\dot{V}_{ic}$, [l/s] raportat la volumul clădirii (compartimentul de incendiu), [m³]							
	până la 2000	2001 ... 3000	3001 ... 5000	5001 ... 10 000	10001 ... 15 000	15001 ... 30 000	30001 ... 50 000	peste 50000
I - II	5	5	5	10	10	15	20	25
III	5	5	10	10	15	20	-	-
IV	5	10	10	15	-	-	-	-
V	5	10	15	20	-	-	-	-

Observații:

1. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor pentru clădiri din centre populate se ia conform STAS 1343/1;
2. Debitul de calcul al rețelelor de serviciu (care fac legăturile între arterele dimensionate conform aliniatului 1 de mai sus), în cuprinsul ansamblurilor de clădiri de locuit în care predomină - ca suprafață construită - blocurile de grad I - II de rezistență la foc, se determină luând în considerare debitele de apă pentru stingerea din exterior a incendiului $\dot{V}_{ie}$, luat din tabelul 2.6.4 în funcție de volumul acestor clădiri (compartimentului de incendiu). Dacă elementele portante (stâlpi, pereți portanți) au limita de rezistență la foc mai mică de 2,5 h, debitul se ia corespunzător gradului III de rezistență la foc. În cazul în care, în aceste ansambluri de clădiri de locuit se prevede, în perspectivă, posibilitatea executării unor construcții cu caracter deosebit (cluburi, case de cultură, magazine universale, clădiri civile cu înălțimea mai mare de 45 m etc.), care necesită un debit mai mare pentru stingerea incendiului, la stabilirea soluției de alimentare cu apă se vor avea în vedere și aceste construcții.

Numărul de hidranți în funcțiune simultană pentru stropitul unei suprafețe date, A, în m², se calculează cu relația:

$$n = \frac{i_{hg} \cdot A}{\dot{V}_{hg}} \qquad (2.6.2)$$

în care:

$\dot{V}_{hg}$ - valoarea lui se exprimă în l/zi.

Numărul de hidranți de grădină în funcțiune simultană de pe un tronson de conductă de alimentare cu apă al rețelei exterioare va fi egal cu numărul de hidranți racordați la tronsonul respectiv, dar nu mai mare decât numărul de hidranți în funcțiune simultană din ansamblul de clădiri considerat, calculat cu relația (2.6.2).

c. Fântâni de băut apă. Se prevăd în locuri special amenajate, în curțile școlilor, grădinițelor de copii, terenurilor de sport, fabricilor, atelierelor etc., numărul lor determinându-se în funcție de numărul persoanelor care le folosesc (STAS 1478).

2.6.3.2 Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri

a. Debite specifice. La un hidrant exterior pentru incendiu se consideră de 5 l/s. În lipsa unor măsurători asupra variației debitului hidranților de incendiu exteriori fără furtun, în funcție de presiunea din rețeaua de alimentare cu apă, se utilizează datele prezentate în nomograma din fig. 2.6.6. La hidranții portativi cu cot dublu, cu diametrul de 70 mm, se obține un debit de 10 l/s la o presiune disponibilă de 50 Pa, asigurându-se astfel alimentarea cu apă pe 2 linii de furtun. În cazul folosirii unui distribuitor cu 3 căi se pot alimenta 3 linii la un hidrant portativ cu un cot și 4 linii la un hidrant portativ cu 2 coturi.

b. Debitele de calcul se stabilesc după cum urmează, pentru:

- Rețelele de conducte care alimentează cu apă rece consumatori din aceeași categorie de clădiri, se determină în funcție de destinațiile clădirilor cu relațiile din § 2.4, înmulțite cu coeficientul K_p = 1,10 pentru acoperirea pierderilor de apă.
- Rețelele de conducte care alimentează cu apă consumatori din categorii diferite de clădiri. În acest caz se aplică relația:

$$\dot{V}_c = K_p \sum_{i=1}^{n} \dot{V}_{ci} \text{ [l/s]} \qquad (2.6.3)$$

în care:

$\dot{V}_{ci}$ - este debitul de calcul al instalației interioare pentru fiecare clădire sau grupuri de clădiri de același

fel, care se alimentează cu apă din tronsonul respectiv. Pentru clădirile din aceeași categorie se determină debitul de calcul cu relațiile din § 2.4.4.2, apoi pentru grupurile de clădiri din categorii diferite se aplică relația (2.6.3).

• Rețelele de conducte care alimentează cu apă consumatori din diferite categorii de clădiri și consumatori exteriori, se determină cu relația:

Tabelul 2.6.5. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor $\dot{V}_{ic}$, la clădiri industriale obișnuite (STAS 1478)

Gradul de rezistență la foc a clădirii	Categoria de pericol de incendiu	Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu $\dot{V}_{ic}$ [l/s] la un volumul al clădirii (compartimentul de incendiu) [m³]							
		până la 2000	2001 ... 3000	3001 ... 5000	5001 ... 10 000	10001 ... 15 000	15001 ... 30 000	30001 ... 50 000	peste 50000
I - II	D; E	5	5	5	10	10	15	20	25
	A; B; C	5*)	10	10	15	20	30	35	40
III	D; E	5	5	10	15	25	35	-	-
	C	5	10	15	20	30	40	-	-
IV, V	D; E	5	10	15	20	30	-	-	-
	C	5	15	20	25	40	-	-	-

*) numai pentru categoria C

Observații:

1. Pentru stabilirea debitelor la clădirile împărțite în compartimente de incendiu, fiecare compartiment se consideră ca o clădire separată;
2. La clădirile comasate sau la cele amplasate la distanțe care nu asigură împiedicarea transmiterii incendiului de la o clădire la alta, debitul de apă se stabilește luând în calcul volumul total al acestor clădiri. După caz, se ia în considerare necesitatea prevederii măsurilor de evitare a transmiterii incendiilor de la o clădire la alta;
3. La dimensionarea porțiunilor separate, speciale, ale rețelei de apă din întreprinderile industriale, trebuie luate în considerare: categoria de pericol de incendiu a proceselor de producție, gradul de rezistență la foc și volumul clădirilor care sunt alimentate de porțiunea respectivă a rețelei de apă;
4. Pentru clădirile industriale de gradul IV și V de rezistență la foc, cu volum mai mic decât 2000 m³, debitul este de 5 l/s.

Tabelul 2.6.6. Debitul de apă pentru stingerea din exterior a unui incendiu, $\dot{V}_{ic}$, la clădiri industriale monobloc (STAS 1478)

Categoria de pericol de incendiu	Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu, $\dot{V}_{ic}$ [l/s] la un volum al clădirii [m³]							
	până la 100 000	100 001 ... 200 000	200 001 ... 300 000	300 001 ... 400 000	400 001 ... 500 000	500 001 ... 600 000	600 001 ... 700 000	peste 700 000
A; B; C	30	40	50	60	70	80	90	100
D; E	15	20	25	30	35	40	45	50

Tabelul 2.6.7. Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu $\dot{V}_{ic}$, la depozite deschise de cherestea, în funcție de volumul stivelor (STAS 1478)

Volumul stivelor [m³]	până la 50	51 ... 200	201 ... 500	501 ... 1000	1001 ... 2500	2501 ... 5000	5001 ... 7500	7501 ... 10 000	10001 ... 15 000	peste 15 000
Debitul, $\dot{V}_{ie}$ [l/s]	5	10	15	20	25	35	45	50	60	75

Observație:

Prin volumul stivelor se înțelege produsul dintre suprafața utilă și înălțimea de depozitare, din sectorul cel mai mare.

Tabelul 2.6.8. Debitul de apă pentru stingerea unui incendiu, $\dot{V}_{ic}$, la depozite de bușteni, traverse de cale ferată, lemn de foc, în funcție de volumul stivelor (STAS 1478)

Volumul stivelor [m³]	până la 100 ... 500	101 ... 2 000	501 ... 5 000	2001 ... 10 000	5 001 ...	peste 10 000
Debitul, $\dot{V}_{ie}$ [l/s]	5	10	15	25	30	40

Observații:

1. Prin volumul stivelor se înțelege produsul dintre suprafața utilă și înălțimea de depozitare, din sectorul cel mai mare;
2. Debitul se reduce cu 50 % pentru stivele de bușteni prevăzute cu instalații de conservare prin stropire, care asigură în permanență buștenilor o umiditate de peste 70 %.

$$\dot{V}_c = K_p \sum_{i=1}^{n} \dot{V}_{ci} + \sum_{i=1}^{n} \dot{V}_{cei} \text{ [l/s]} \qquad (2.6.4)$$

în care:

$\dot{V}_{cei}$ - reprezintă debitul de calcul al consumatorilor din exteriorul clădirilor, iar $\dot{V}_{ci}$ și K_p au semnificațiile din relația (2.6.3). Debitul de calcul al hidranților pentru stropit spații verzi se determină cunoscând debitele specifice și numărul de hidranți în funcțiune simultană.

• Stingerea din exterior a incendiilor. Debitele de apă necesare pentru stingerea din exterior a incendiilor și numărul de incendii simultane pentru centre populate se determină pe baza datelor din tabelul 2.6.3.

Debitele de apă pentru stingerea din exterior a incendiilor $\dot{V}_{ie}$ la clădiri civile izolate, pentru învățământ, spitale, clădiri cu săli aglomerate și clădiri social-administrative, sunt date în tabelul 2.6.4; pentru clădirile industriale obișnuite în tabelul 2.6.5; pentru clădirile industriale monobloc în tabelul 2.6.6; pentru depozitele deschise de cherestea în tabelul 2.6.7; pentru depozitele de bușteni, traverse de cale ferată și lemne de foc în tabelul 2.6.8; pentru depozitele de rumeguș și tocătură de lemn în tabelul 2.6.9; pentru depozitele de talaș în tabelul 2.6.10 și pentru depozitele de cărbuni în tabelul 2.6.11.

Debitul de calcul pentru rețelele de apă care alimentează întreprinderi sau zone industriale se ia în funcție de numărul de calcul al incendiilor care pot avea loc simultan pe teritoriul acestora, pe baza celor precizate la 2.6.3.1.

• Rețelele exterioare de alimentare cu apă pentru nevoi menajere, industriale și pentru combaterea incendiilor, se determină cu relația:

$$\dot{V}_c = K_p\left(\sum \dot{V}_{ci} + \sum \dot{V}_{ce}\right) + \dot{V}_{ie} \quad \text{[l/s]} \qquad (2.6.5)$$

în care:

$\dot{V}_{ci}$ - este debitul de calcul al instalației interioare pentru fiecare clădire sau grup de clădiri de același fel, la care nu s-a luat în calcul 85 % din debitul de apă necesar dușurilor sau băilor și debitul pentru spălarea utilajului tehnologic și pardoselilor [l/s];

$\dot{V}_{ce}$ - debitul de calcul al consumatorilor din exteriorul clădirilor, mai puțin debitul de apă necesar pentru stropit străzile și spațiile verzi [l/s];

$\dot{V}_{ie}$ - debitul hidranților exteriori pentru toate incendiile simultane [l/s];

K_p = 1,10 - coeficient pentru acoperirea pierderilor de apă.

Dacă debitul de calcul pentru alimentarea cu apă a instalațiilor interioare pentru combaterea incendiilor este mai mare decât debitul de calcul

pentru hidranții exteriori de incendiu, prin aplicarea relației (2.6.5) se poate obține un debit de calcul mai mic decât cel necesar și pentru evitarea subdimensionării rețelei exterioare se verifică debitul de calcul cu relația:

$$\dot{V}_c = K_p\left(\sum \dot{V}_{ci} + \sum \dot{V}_{ce}\right) + \dot{V}_{ie} + \dot{V}_{ii} \quad [l/s] \quad (2.6.6)$$

în care:

$\dot{V}_{ie}$ - este debitul de calcul al hidranților exteriori, calculat pentru numărul de incendii simultane, mai puțin un incendiu;

$\dot{V}_{ii}$ - cel mai mare debit de calcul al instalațiilor interioare de combatere a incendiilor;

$\dot{V}_{ci}$; $\dot{V}_{ce}$ și K_p - au semnificațiile din relația (2.6.5).

Pentru instalații de incendiu a căror intrare în funcțiune este admisă a fi temporizată (hidranți exteriori, tunuri, drencere cu acționare manuală, instalații de spumă etc.), se pot folosi pentru incendiu debitele de apă rece menajeră și tehnologică, când sunt îndeplinite următoarele condiții:

- procesul tehnologic permite o întrerupere de funcționare;
- se manevrează cel mult 3 robinete pentru folosirea acestor debite, robinete amplasate în stația de pompare, în cămine exterioare și alte locuri ferite și ușor accesibile în timpul incendiului;
- timpul de acționare (măsurat de la semnalizarea incendiului până la terminarea operației de manevrare) nu conduce la depășirea duratei de temporizare stabilite prin prescripțiile legale în vigoare pentru sistemul de protecție contra incendiului respectiv.

Debitul de calcul pentru un incendiu, al conductelor de distribuție care deservesc 2 sau mai multe sisteme de protecție contra incendiilor se determină, după caz, prin însumarea debitelor de calcul al instalațiilor prevăzute să funcționeze simultan.

La stabilirea simultaneităților și duratelor de funcționare ale diferitelor sisteme de protecție, se au în vedere următoarele:

- dacă instalația are hidranți interiori și hidranți exteriori, se consideră - la construcții obișnuite - funcționarea hidranților interiori timp de 10 min, iar a celor exteriori în următoarele 3 h. La sălile de spectacole și clădirile monobloc înalte, în prima oră se asigură funcționarea, fie a hidranților interiori, fie a celor exteriori, instalația dimensionându-se la debitul cel mai mare, iar în următoarele 2 ore, numai a celor exteriori;
- dacă instalația are numai hidranți interiori, iar alimentarea cu apă pentru stingerea unui incendiu se face din exterior cu pompe de incendiu mobile, direct din bazine sau din rezervoare, în primele 10 min se consideră funcționarea simultană a jeturilor din tabelul 2.5.9, iar în următoarele 50 min, numai a unui jet;
- dacă instalația alimentează hidranții interiori și instalații de sprinklere sau drencere pentru construcții obișnuite, la debitul pentru hidranți interiori se adaugă debitul necesar funcționării sprinklerelor sau drencerelor timp de 1 h.

În cazul în care nu se poate asigura întregul debit de calcul, acesta se poate determina astfel:

- minimum 15 l/s timp de 10 min, din care 10 l/s pentru sprinklere sau drencere și 5 l/s pentru hidranți interiori, când alimentarea se face

Tabelul 2.6.9. Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu, $\dot{V}_{ie}$, la depozitele de rumeguș și tocătură de lemn în funcție de volumul stivelor (STAS 1478)

Volumul stivelor	până la	501...2 000	2 001...5 000	5 001...10 000	peste
[m³]	500	10 000			
Debitul, $\dot{V}_{ie}$ [l/s]	10	20	25	30	40

Tabelul 2.6.10. Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu $\dot{V}_{ie}$, la depozitele de talaș în funcție de volumul stivelor (STAS 1478)

Volumul stivelor [m³]	până la 100	101...500	501...2 000	2 001...5 000	5 001...10 000	peste 10 000
Debitul, $\dot{V}_{ie}$ [l/s]	10	15	25	35	45	50

Tabelul 2.6.11. Debitul de apă specific pentru stingerea unui incendiu $\dot{V}_{ie}$, la depozitele de cărbuni în funcție de volumul stivelor (STAS 1343)

Volumul stivelor [m³]	până la 100	101...1 000	1 001...10 000	peste 10 000
Debitul $\dot{V}_{ie}$ [l/s]	5	10	15	20

Observație:
Debitul se stabilește în funcție de volumul stivei celei mai mari.

Tabelul 2.6.12. Debitele zilnice medii specifice de apă și coeficienții de neuniformitate a debitului zilnic, pentru centre populate (STAS 1343-1 și 1478)

Nr. crt.	Zone ale centrului populat diferențiate în funcție de gradul de dotare a clădirilor cu instalații de alimentare cu apă rece apă și caldă	Debitele zilnice medii specifice [l/zi.om] în funcție de felul și armăturilor și de contorizare 1	2	3	Coeficienții de neuniformitate K_{zi}
1	Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate pe străzi	50	45	40	1,3/1,45
2	Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate în curți	80	60	50	1,2/1,35
3	Zone cu clădiri racordate la canalizare având instalații de apă fără instalații de apă caldă	100	80	60	1,2/1,35
4	Zone cu clădiri având instalații de canalizare și instalații locale de preparare a apei calde cu cazane cu acumulare funcționând cu lemne, cărbune, gaze sau combustibil lichid	120	100	80	1,2/1,35
5	Idem, cu prepararea apei calde cu încălzitoare instantanee cu gaze sau electrice	140	120	100	1,15/1,35
6	Zone cu clădiri cu prepararea centalizată a apei calde dotate cu closete, lavoare spălător și cadă de duș	210	140	120	1,15/1,30
7	Idem, cu cadă de baie	280	210	140	1,10/1,25

Notă: 1 – instalații de alimentare cu apă fără contorizare cu armături ale obiectelor sanitare neperformante; 2 - instalații de alimentare cu apă cu contorizare cu armături ale obiectelor sanitare neperformante; 3 - instalații de alimentare cu apă cu contorizare cu armături ale obiectelor sanitare performante.

Tabelul 2.6.13. Valorile coeficientului de neuniformitate a debitului orar, K_0, în funcție de numărul total de locuitori ai centrului populat (STAS 1343)

Numărul total de locuitori ai centrului populat (N)	500	650	850	1 100	1 600	2 500	3 300	4 500	6 500	10 500	18 500	40 500	75 500	≥160 500
K_0	2,8	2,6	2,4	2,2	2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1

dintr-o sursă inițială automată, cu condiția ca în acest interval de timp să se pună în funcție sistemul de bază pentru alimentarea cu apă a instalației, înainte de epuizarea sursei inițiale;

- maximum 55 l/s timp de 60 min (dintre care 30 l/s pentru sprinklere sau drencere și 25 l/s pentru hidranți de incendiu);
- debitul hidranților exteriori în următoarele 2 h.

• Conductele de serviciu (ale sistemului de alimentare cu apă al localității) care alimentează cu apă rece fiecare clădire (care are instalație centrală sau instalații locale proprii pentru prepararea apei calde de consum) se determină ținând seama de debitele necesarului de apă (STAS 1343/1), cu relațiile:

$$\dot{V}_{n\,zi\,med} = \sum \frac{\dot{V}_{sp} \cdot N_i}{1000} \text{ [m}^3\text{/zi]} \quad (2.6.7)$$

$$\dot{V}_{n\,zi\,max} = \sum \frac{K_{zi} \cdot \dot{V}_{sp} \cdot N_i}{1000} \text{ [m}^3\text{/zi]} \quad (2.6.8)$$

sau:

$$\dot{V}_{n\,zi\,max} = \sum \frac{\dot{V}_{zi\,max} \cdot N_i}{1000} \text{ [m}^3\text{/zi]} \quad (2.6.9)$$

$$\dot{V}_{n\,orar\,max} = \sum \frac{K_0 \cdot K_{zi} \cdot \dot{V}_{sp} \cdot N_i}{24 \cdot 1000} \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (2.6.10)$$

sau:

$$\dot{V}_{n\,orar\,max} = \sum \frac{K_0 \cdot \dot{V}_{zi\,max} \cdot N_i}{24 \cdot 1000} \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (2.6.11)$$

în care:

$\dot{V}_{n\,zi\,med}$ - debitul zilnic mediu al necesarului de apă;

$\dot{V}_{n\,zi\,max}$ - debitul zilnic maxim al necesarului de apă;

$\dot{V}_{n\,orar\,max}$ - debitul orar maxim al necesarului de apă;

$\dot{V}_{sp}$ - debitul zilnic mediu specific al necesarului de apă corespunzător relației:

$$\dot{V}_{sp} = \dot{V}_g + \dot{V}_p + \dot{V}_s + \dot{V}_{il} \text{ [l/om zi]} \quad (2.6.12)$$

$\dot{V}_g$ - debitul zilnic mediu specific pentru cerințe gospodărești ale populației;

$\dot{V}_p$ - debitul zilnic mediu specific pentru cerințe publice;

$\dot{V}_s$ - debitul zilnic mediu specific pentru stropit și spălat străzi, pentru stropit spații verzi etc.;

$\dot{V}_{il}$ - debitul zilnic mediu specific pentru unitățile de industrie locală aferente servirii populației din localitatea respectivă;

$\dot{V}_{zi\,max}$ - debitul zilnic mediu specific al necesarului de apă, corespunzător relației:

$$\dot{V}_{zi\,max} = K_{zi} \cdot \dot{V}_{sp} \text{ [l/om zi]} \quad (2.6.13)$$

K_{zi} - coeficient de neuniformitate a debitului zilnic.

K_0 - coeficientul de neuniformitate a debitului orar;

N_i - numărul de locuitori permanenți și flotanți pe zone diferențiate, funcție de gradul de dotare al clădirilor cu instalații de alimentare cu apă rece și apă caldă. În sensul prevederilor STAS 1343/1, locuitorii flotanți sunt acei locuitori care nu au domiciliul permanent în localitatea considerată, dar prin activitatea ce o desfășoară, determină creșterea debitului zilnic mediu al necesarului de apă (exemplu: pentru un hotel se va considera ca număr al locuitorilor flotanți, numărul de paturi ale hotelului și nu numărul de persoane înregistrate la hotel timp de un an).

Valorile debitului zilnic mediu specific ($\dot{V}_{sp}$) și valorile coeficientului de neuniformitate a debitului zilnic (K_{zi}), pe zone diferențiate ale centrului populat, în funcție de gradul de dotare a clădirilor cu instalații de alimentare cu apă rece și apă caldă, sunt conform tabelului 2.6.12.

Debitele zilnice medii spacifice de apă și coeficienții de neuniformitate a debitului zilnic (K_{zi}), pentru centre populate sunt date în tabelul 2.6.12.

Valorile mai mici ale coeficienților de neuniformitate zilnică, se aplică pentru localități cu climă continentală temperată iar cele cu valori mai mari pentru localități cu climă continental execivă. Diferennțierea zonei climatice se face în funcție de numărul n anual de zile de vară cu temperaturi medii multianuală mai mari de 25 °C; un număr n ≤ 80 de zile pentru clima continental temperată și cu n ≥ 80 de zile pentru clima continental execesivă.

Necesarul specific de apă pentru stropit spații verzi este de 25 l/m² pentru o perioadă de 2 săptămâni și 10 m² spațiu verde pe cap de locuitor.

Necesarul specific de apă pentru stropit străzile și spălat piețele se stabilește procentul ca 5 % din debitele zilnice specifice medii din tabelul 2.6.12

În conformitate cu prevederile normativului pentru proiectarea și executarea lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare a localităților din mediul rural P 66, debitul mediu zilnic specific de apă pentru cișmele stradale este 50 l/zi·om, iar coeficientul de neuniformitate a debitului zilnic K_{zi} = 1,30.

Coeficientul de neuniformitate a debitului orar, K_o pentru centre populate este dat în STAS 1343/1 (tabelul 2.6.13).

În fig. 2.4.63, este prezentată nomograma cu coeficienții de neuniformitate orară pentru apă rece cu mențiunea că pentru un necesar specific de apă rece de 280 l/pers·zi, cu 2,8 persoane pe apartament și un grad de asigurare în alimentarea cu apă de 99 %, coeficientul de neuniformitate orară, începând cu 178 de apartamente (cca 500 de persoane), este identic cu coeficientul de neuniformitate orară din STAS 1343/1.

Pentru alte valori ale debitelor zilnice medii specifice și pentru alt grad de ocupare al apartamentelor și un alt grad de asigurare nu există date privind coeficenții de neuniformitate orară.

În fig. 2.4.63, coeficienții de neuniformitate orară sunt dați în funcție de consumul specific, de gradul de ocupare al apartamentelor și de gradul de asigurare în alimentarea cu apă. Dacă se ia în considerație numărul de cazuri posibile de consumuri specifice 22, diferite grade de ocupare 5, și 5 grade de asigurare, rezultă câteva sute de cazuri de curbe de variație a coeficienților de neuniformitate orară. Pentru oricare consum specific, număr de apartamente și grad de ocupare îi corespunde o anumită valoare a debitului mediu zilnic și dacă pe o abscisă se prezintă debitul mediu zilnic între două limite de exemplu de la 0,2 l/s la 100 l/s, se pot stabili coeficenții de neuniformitate orară numai pentru câteva grade de asigurare.

În fig. 2.6.7 este prezentată nomograma variației coeficienților de neuniformitate orară pentru zone de locuințe în funcție de debitului mediu zilnic în l/s și pentru grade de asigurare de 99 ‰; 99 %; 98 %; 97 % și 95 %.

Considerând de exemplu debitul mediu zilnic de 1 l/s, pentru un consum specific de 280 l/zi·om, un grad de ocupare de 2,8 persoane pe apartament și un grad de asigurare de 99 %, îi corespunde 87 de apartamnente și un coeficient de neuniformitate orară de 3,33. Aceluiași debit mediu zilnic de 1 l/s, pentru pentru un consum specific de 120 l/zi·om, un grad de ocupare de 2,5 persoane pe apartament și un grad de asigurare de 99 %, îi corespunde 228 de apartamnente cu acelaşi coeficient de neuniformitate orară de 3,33.

Dacă se analizează fig. 2.4.63, pentru 280 l/zi·om, 2,8 persone pe apartament, un grad de asigurare 99 %, corespunde

punctul a pentru 87 de apartamente și coeficeintul de neuniformitate orară de 3,33. Pentru 120 l/zi.om, 2,5 persone pe apartament, un grad de asigurare 99 %, corespunde punctul b pentru 228 de apartamente și coeficientul de neuniformitate orară de 3,33. în acest fel s-a făcut legătura dintre modul de prezentare a coeficientului de neuniformitate orară prezentat în fig. 2.4.63 și modul de prezentare a coeficientului de neuniformitate orară din fig. 2.6.7.

O problemă controverstă între specialiștii care proiecteaza instalațiile interioare de alimentare cu apa și cei care proiecteaza retelele de apa orășenești, este modul de utilizare a coeficeintului de neuniformitate orară.

Cei care proiectează instalațiile interioare de alimentare cu apa sau rețelele exterioare de alimentare cu apa din ansamblurile de clădiri, efectuează calculele de dimensionare pornind de la consumator spre punctul de alimentare cu apă a sistemului de rețele, acestea fiind de tipul ramificat.

Specialiștii care proiectează rețelele de alimentare cu apă orășenești efectuează calculele de dimensionare pornind de la punctul de alimentare cu apă a sistemului de rețele spre consumator, rețelele fiind de tipul inelar.

Nu trebuie să fie nici-o diferență între cele două moduri de calcul deoarece o rețea inelară este o compunere de mai multe rețele ramificate.

În cazul rețelelor ramificate, aproape de consumator coeficienții de neuniformitate orară sunt cu mult mai mari față de coeficienții de neuniformitate orară aplicați în apropierea punctului de alimentare cu apă a sistemului de rețele.

Dacă se pornește de la punctul de alimentare cu apă a sistemului de rețele, trebuie aplicat ceoficentul de neuniformitate orară, de la primul nod al rețelei inelare pentru întrega rețea.

La un nod de rețea, se aplică legea lui Kirchhoff, sau legea continuității, conform căreia suma debitelor care ies dintr-un nod, este egală cu suma debitelor care intră în nodul respectiv. Aceasta înseamnă că la toate ramurile unui nod se aplică acelaș coeficient de neuniformitate orară și din aproape în aproape, la ultimul nod de rețea aproape de consumador se aplică același coeficient de neuniformitate orară ca la primul nod situat aprope de punctul de alimentare. Astfel pentru București se aplică coeficientul de neuniformitate orară de 1,1 atât la primul nod de rețea cât și la nodul capăt de rețea, față de calculul rețelei ramificate în care la capăt de rețea poate să se aplice un coeficient de neuniformitate orară de până la 10-15.

S-a constatat în toate cazurile că debitul de calcul stabilit cu relațiile de calcul pentru retele ramificate, la ieșirea dintr-un ansamblu de clădiri, sunt cu mult mai mari față de debitul asigurat de rețeua exterioară dimensionată cu coeficienți de neuniformitate orară constanți.

Pe baza unor studii aprofundate și în urma analizei unor măsurători, am ajuns la concluzia că se pot utiliza coeficienți de neuniformitate diferiți într-un nod de rețea respectând legea lui Kirchhoff.

În fig. 2.6.8, se prezintă trei secvențe in funcționarea unui nod al unei rețele de alimentare cu apă, la care s-a considerat că debitul mediu care intră $\dot{V}_{m1}$ este de 2 l/s, iar pe cele doua ramuri ies debite medii egale $\dot{V}_{m2}$, $\dot{V}_{m3}$ de 1 l/s.

Pe fiecare ramură a unui nod, poate să apară diferite solicitari de debite de apă, ca urmare a condițiilor diferite de utilizare a instalațiilor de alimentare cu apă.

În secvența 1, se presupune că pe ambele ramuri de ieșire sunt solicitate aceleași debite. Aplicând relația (2.4.12), pentru un debit mediu de 2 l/s și un grad de asigurare de 99 %, rezultă un coeficient de neuniformitate orară de 2,64, iar pentru un debit mediu orar de 1 l/s, rezultă un coeficient de neuniformitate orară de 3,33. Debitele de calcul pentru fiecare din cele două ramuri c1 și c2, corespunzător coeficientului de neuniformitate orară de 3,33 ar trebui să fie de 4,33 l/s, și însumată să dea 8,66 l/s, mai mult decât

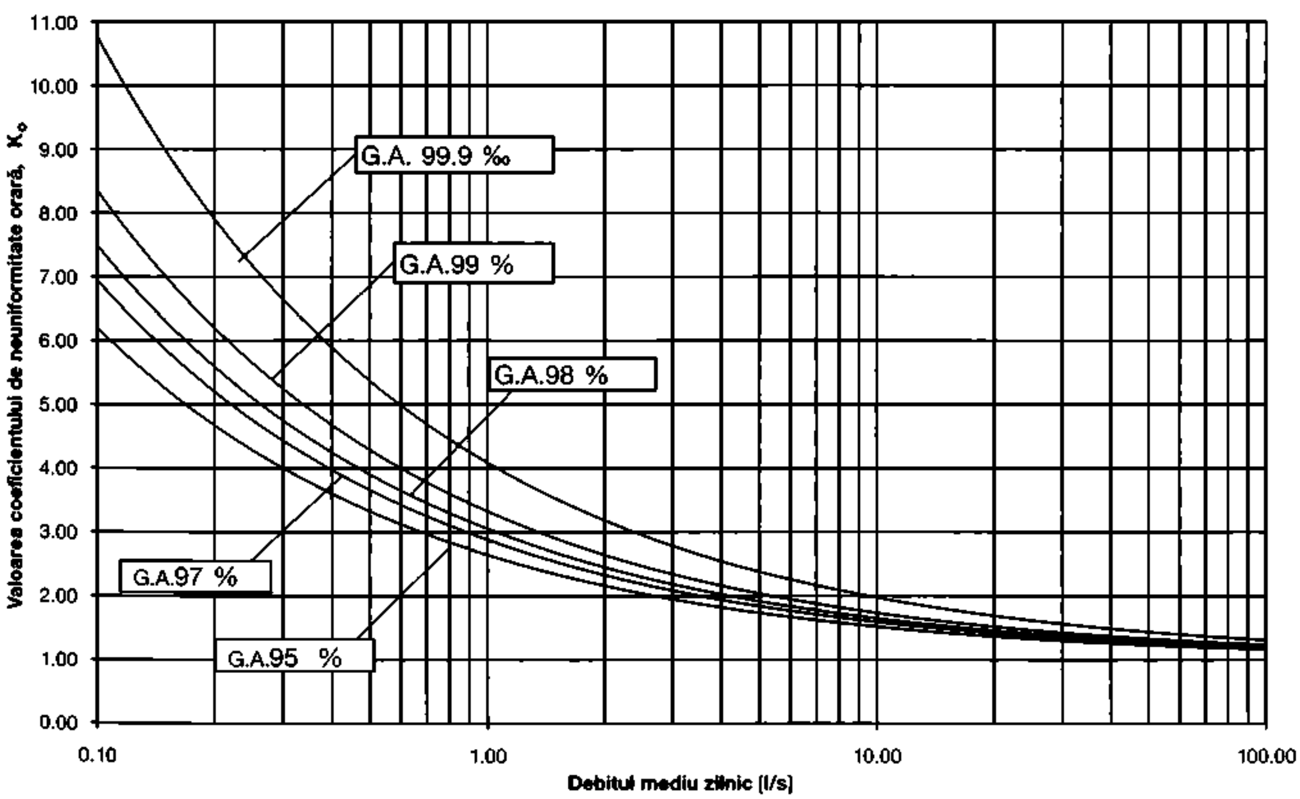
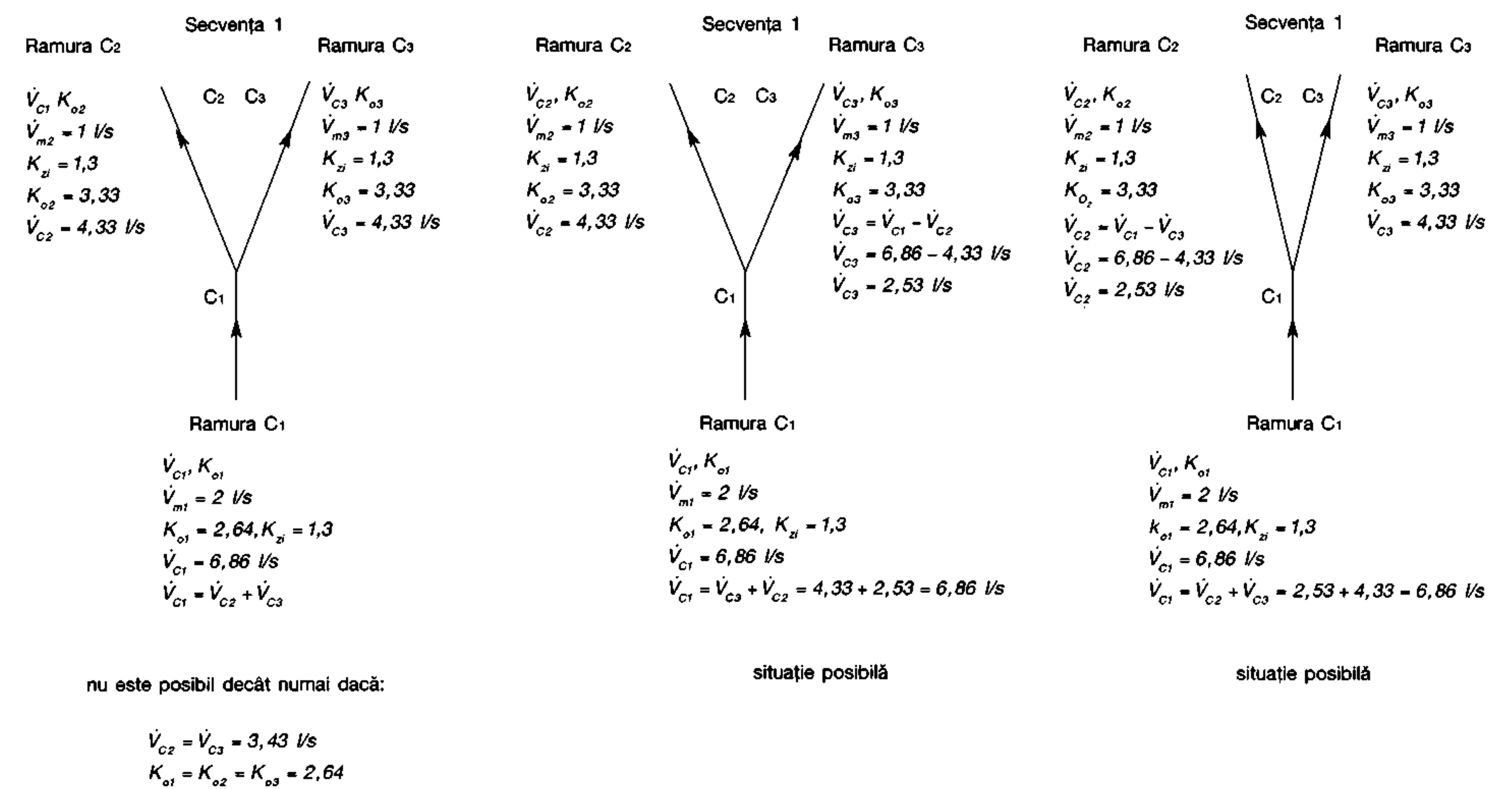


Fig. 2.6.7: Variația coeficientului de neuniformitate orară în funcție de debitul mediu zilnic și de gradul de asigurare în alimentarea cu apă.

Fig. 2.6.9. Analiza secvențială a funcționării unui nod de rețea:
$\dot{V}_{C1}$; $\dot{V}_{C2}$; $\dot{V}_{C3}$ - debitul de calcul pe ramura 1, 2 și 3 [l/s];
$\dot{V}_{m1}$; $\dot{V}_{m2}$; $\dot{V}_{m3}$ - debitul mediu orar pe ramura 1, 2 și 3 [l/s];
K_{zi} - coeficientul de neuniformitate zilnică pe ramura 1, 2 și 3; K_{o1}; K_{o2}; K_{o3} - coeficientul de neuniformitate orară pe ramura 1, 2 și 3.



debitul de intrare de 6,86 l/s, corespunzător coeficeintului de neuniformitate orară de 2,64. Respectând legea continuității, suma celor două debite de calcul nu poate depăși 6,86 l/s.

În secvența 2, se presupune că dacă pe ramura c2 se solicită debitul de calcul de 3,43 l/s, pentru a respecta legea continuității, pe ramura c3 se poate asigura numai diferența dintre debitul de calcul de intrare și debitul de calcul de pe ramura din stânga, respectiv 2,19 l/s.

În secvența 3, se presupune că pe ramura c3 se solicită debitul de calcul de 4,33 l/s, care poate fi asigurat cu condiția ca pe ramura c2 să se realizeze 2,53 l/s.

În momentul în care pe fiecare din ramuri se solicită debitele de calcul, acestea nu pot fi mai mari de 3,43 l/s, față de debitul maxim de 4,33 l/s, această situație corspunzând perioadei de neasigurare a debitului de calcul, față de gradul de asigurare ales.

Deoarece la momente diferite pot apare solicitări de debite de calcul pe oricare din ramurile de ieșire dintr-un nod, fiecare ramură trebuie dimensionată la debitele maxime posibile pe ramurile respective.

Dimensionând fiecare ramură de ieșire dintr-un nod, la debitele maxime, înseamnă că se aplică coeficienți de neuniformitate orară diferiți pe fiecare ramură, ajungând astfel la capăt de rețea ca debitele de calcul din instalațiile interioare să corespundă debitelor de calcul din rețeaua exterioară.

Pentru aplicarea acestui mod de calcul este necesar să se aducă un amendament la legea continuității sau legea lui Kirchhoff, și anume:

„Suma debitelor de apă care intră într-un nod este egală cu suma debitelor care ies din nod; la momente diferite fiecare din debitele de ieșire din nod pot atinge valorile maxime de calcul".

Aplicarea amendamentului propus la legea lui Kirchhoff, rețelelor exterioare de alimentare cu apă, acestea se pot dimensiona cu coeficienți de neuniformitate orară diferiți, corespunzător debitelor medii de pe tronsoanele respective și astfel se asigură debitele de calcul solicitate de instalațiile interioare de alimentare cu apă.

2.6.3.3 Dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de distribuție a apei reci în ansambluri de clădiri și calculul pierderilor totale de sarcină

Cunoscând configurația geometrică a rețelei exterioare de distribuție a apei reci, trasată pe planul de situație al ansamblului de clădiri, numărul și tipul punctelor de consum, precum și debitele de calcul pentru fiecare tronson de conductă, se întocmește schema de calcul hidraulic, pe care se numerotează tronsoanele traseului principal de alimentare cu apă a punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic și ale tuturor ramificațiilor care pornesc din nodurile traseului principal. Pentru dimensionarea conductelor se folosesc atât vitezele economice, cât și vitezele maxime admise ale apei în conducte, ca și în cazul instalațiilor de distribuție a apei reci din interiorul clădirilor.

Pentru calculul pierderilor de sarcină liniare în furtunurile din cauciuc cu diametre de 25; 32; 40; 50 și 75 mm pentru stropit spații verzi, se utilizează nomograma din fig. 2.6.9. Pierderile de sarcină locale se calculează folosind nomograma din fig. 2.4.70 pe care sunt trecute și valorile coeficienților de pierderi de sarcină locale ξ.

a. *Calculul hidraulic al rețelelor ramificate.* Se efectuează mai întâi calculul hidraulic al traseului principal (cel mai defavorabil), determinându-se sarcina hidrodinamică necesară a apei reci în punctul de racord al rețelei exterioare din ansamblul de clădiri la conducta de serviciu a sistemului de alimentare cu apă al localității H_{nec}, iar ramificațiile se dimensionează în limitele sarcinilor disponibile din nodurile respective ale traseului principal și ale vitezelor maxime ale apei (până la 3 m/s) admise în conducte. Sarcinile în exces se pot prelua prin robinete de reglare sau prin diafragme calibrate dimensionate corespunzător.
b. *Calculul hidraulic al rețelelor inelare.* Repartiția debitelor se realizează astfel încât pierderea de sarcină pe un inel să fie nulă:

$$\Sigma h_r = \Sigma Mq\,|\dot{V}| = 0\ ,$$

în care debitele $|\dot{V}|$ se iau pozitive sau negative, în funcție de sensul arbitrar ales de parcurgerea inelului (sensul o dată ales se păstrează același pentru toate inelele rețelei).

Debitele se determină iterativ, pornind de la valori aproximative inițial, cu respectarea condițiilor de continuitate în noduri (cu cât debitele aproximative sunt mai apropiate de valorile reale, cu atât calculul este mai puțin laborios) și corectate succesiv. Pentru fiecare inel se calculează corecția Δq. La valoarea algebrică a fiecărui debit $|\dot{V}|$ se adună valoarea algebrică a corecției calculată $\Delta\dot{V}$ pentru inelul din care face parte tronsonul respectiv.

Debitele de pe tronsoanele comune primesc corecții de pe ambele inele. Calculul iterativ se efectuează pentru întreaga rețea, până când suma pierderilor totale de sarcină Σh_r, pe fiecare inel, se apropie de valoarea zero; la rețelele exterioare de alimentare cu apă, calculul se consideră încheiat dacă $\Sigma h_r \le 5$ kPa pentru fiecare inel.

Calculul hidraulic al rețelelor inelare trebuie conceput în sensul că, o rețea inelară este compusă din unirea a două sau mai multe rețele ramificate.

2.6.3.4 Dimensionarea conductelor de branșament

Se face cunoscând debitul de calcul al instalației și utilizând valorile vitezelor economice ale apei, redate în tabelul 2.4.30. Pentru calculul de dimensionare a conductelor se folosesc monogramele și tabelele de calcul pentru conductele de oțel, PVC, PP și PE. La pierderile de sarcină liniare și locale de pe conducta de branșament, se adaugă și pierderea de sarcină în apometru, care se determină din curba caracteristică debit – pierdere de sarcină, atașată fiecărui tip de apometru și redată în cataloagele firmelor producătoare.

2.6.4. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se dimensionează conducta de branșament pentru instalația de alimentare cu apă rece de consum în ansamblul de clădiri de locuit având 480 de apartamente (480 B, 480 L, 480 S, 480 R, în care B – baterie D_n 15 pentru baie, L– baterie D_n 15 pentru lavoar, S – baterie D_n 15 pentru spălător de bucătărie, R – robinet D_n 10 pentru rezervor de closet).

Prepararea apei calde se face cu module cu schimbătoare de căldură cu plăci, amplasate în subsolul fiecărei clădiri. Apa rece va asigura și necesarul de apă pentru apa caldă.

Necesarul specific de apă este de 210 l/zi pers., numărul mediu de persoane pe apartament este de 2,5 și gradul de asigurare al necesarului de apă este de 99 %.

S-a luat în calcul necesarul specific de 210 l/zi pers. considerând că fiecare clădire are debitmetre pentru apă rece și apă caldă la fiecare apartament și obiecte sanitare cu armături neperformante.

Sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul de racord la conducta de serviciu este H_{disp} = *100* kPa.

Sarcina hidrodinamică necesară pentru alimentarea cu apă rece de consum în ansamblul de clădiri este H_{nec} = 300 kPa. Regimul de furnizare a apei reci este de 19 h. Racordarea instalației din ansamblul de clădiri la conducta de serviciu se realizează prin intermediul unei instalații de ridicare a presiunii apei, întrucât $H_{disp} < H_{nec}$. Schema de calcul a conductei de branșament este prezentată în fig. 2.6.10.

Rezolvare. Calculul hidraulic al conductei de branșament este sistematizat în tabelul 2.6.14 după cum urmează:

Tabelul 2.6.14. Calculul hidraulic al conductei de branșament (exemplul de calcul 1)

Numărul total al armăturilor	$\Sigma \dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	l [m]	De [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	h_{ri} [Pa]	$\Sigma\xi$	h_{rl} [Pa]	h_d [Pa]	h_g [mm]	h_g [Pa]	H_{nec} [Pa]
480 B+480 L+480 S+480 R	273,6	8,23	50	114,1	1,01	136	6800	8,5	4335	5000	4.200	41.202	57337

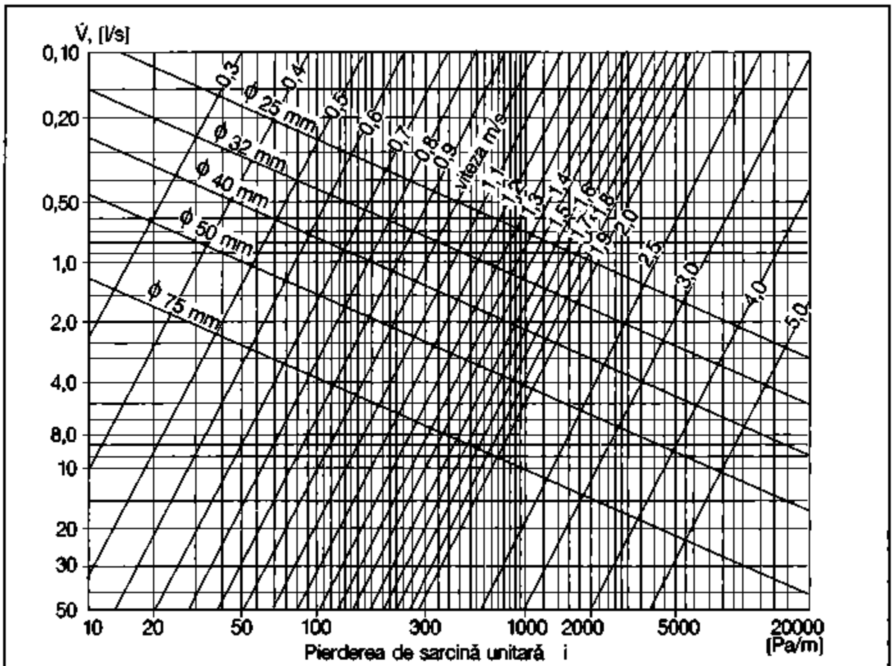


Fig. 2.6.9. Nomogramă pentru calculul pierderilor de sarcină liniară în furtunurile din cauciuc cu D_n 25; 32; 40; 50 și 75 mm.

- se calculează suma debitelor specifice ale armăturilor obiectelor sanitare (tab. 2.4.24);
- se determină debitul de calcul $\dot{V}_b$ al conductei de branșament cu relațiile 2.4.3 și 2.4.4, indicațiile din tabelul 2.4.27 și fig 2.4.60;
- se determină diametrul conductei de branșament d_b, viteza economică a apei în conductă v_b [m/s], și pierderea de sarcină liniară unitară i [Pa], din nomograma pentru conducte cu țevi din oțel zincate, fig. 2.5.27 și tabelele 2.5.18 și 2.5.19, anexa I.2.5.;
- se calculează pierderile de sarcină lineare pe conducta de branșament h_r [Pa];
- se calculează suma coeficienților de pierderi de sarcină locale pe conducta de branșament $\Sigma\xi$:

2 coturi D_n 100 mm	2 x 1,0 = 2,0
1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0
5 robinete cu sertar D_n 100 mm	5 x 0,3 = 1,5
3 teuri de trecere	3 x 0,5 = 1,5
1 intrare în distribuitor	1 x 1,0 = 1,0
1 ieșire din distribuitor	1 x 0,5 = 0,5
	Total 8,5

- se determină cu nomograma din fig. 2.4.70 pierderile de sarcină locale h_{rl} în funcție de $\Sigma\xi$ și de viteza apei în conducta de branșament;
- pentru instalația de alimentare cu apă rece de consum din ansamblul de clădiri la un debit de calcul $\dot{V}_b$ = *29,63* m³/h se montează un contor cu elice simplu pentru care pierderea de sarcină locală în contor este *hd* = 5 000 Pa;
- pierderile de sarcină totale (liniare și locale) în conducta de branșament, $h_{rb} = h_{ri} + h_{rl} + h_d + hg$ = 6.800 + 4.335 + 5.000 + 41.202 = 57.337 Pa;
- se determină presiunea de utilizare H_u la robinetul cu plutitor: $H_u = H_{disp} - (H_g + h_{rb})$ = 100 − 57,3 = 42,7 kPa. Se observă că presiunea de utilizare *Hu* este cuprinsă între 30 și 100 kPa, condiție recomandată pentru funcționarea corespunzătoare a robinetelor cu plutitor.

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul hidraulic pentru traseul cel mai dezavantajat din punct de vedere hidraulic al conductei de distribuție a apei reci în ansamblul de clădiri din fig. 2.6.11. Conducta de distribuție este racordată direct la o conductă de serviciu a rețelei orășenești și se execută cu țeavă din PVC 60. Suprafața ansamblului de clădiri este de 3 ha. Pe schema de calcul din fig. 2.6.11 sunt notate, pentru fiecare clădire: numărul de apartamente pentru clădirile de locuit; suma debitelor specifice ale armăturilor de la creșe și școală; volumul construit V; debitul de calcul pentru incendiu interior V·ii. Necesarul specific de apă pentru clădirile de locuit este de 210 l/zi pers., numărul mediu de persoane pe apartament este de 2,5 și gradul de asigurare al necesarului de apă este de 99 %. De asemenea, pe fig. 2.6.11 sunt notate lungimile tronsoanelor de conducte ale traseului principal de alimentare cu apă.

Rezolvare. Calculul se efectuează pentru ipoteza de funcționare în condiții normale (tabelul 2.6.15 a) și pentru ipoteză de funcționare în caz de incendiu (tabelul 2.6.15 b).

Debitele de calcul s-au stabilit astfel:

- pentru ipoteza de funcționare în condiții normale, debitul de calcul pentru un apartament considerând dotarea cu 1 spălător, 1 baie, 1 lavoar și 1 rezervor de closet, rezultă: $\Sigma n\dot{V}_s = \dot{V}_{ss} + \dot{V}_{sb} + \dot{V}_{sl} + \dot{V}_{sr}$ = 0,2 + 0,2 + 0,07 + 0,1 = 0,57 l/s.apart.
- pentru caz de incendiu se consideră că funcționează numai 15 % din băi, de unde rezultă: $\Sigma n\dot{V}'_s = \dot{V}_{ss} + 0,15\dot{V}_{sb} + \dot{V}_{sl} + \dot{V}_{sr}$ = 0,2 +

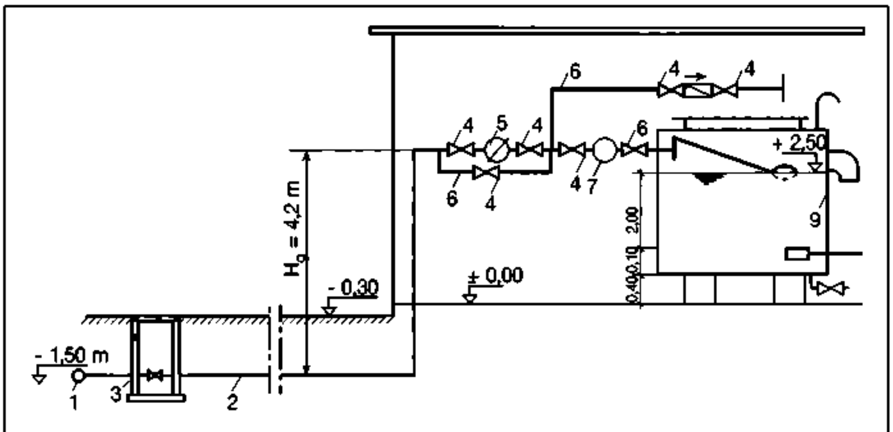


Fig. 2.6.10. Schema de calcul a conductei de branșament:
1 - conductă publică; 2 - conductă de branșament; 3 - cămin cu vană de concesie; 4 - robinete cu sertar; 5 - debitmetru; 6 - conductă de ocolire; 7 - distribuitor; 8 - robinet cu plutitor; 9 - rezervor tampon deschis.

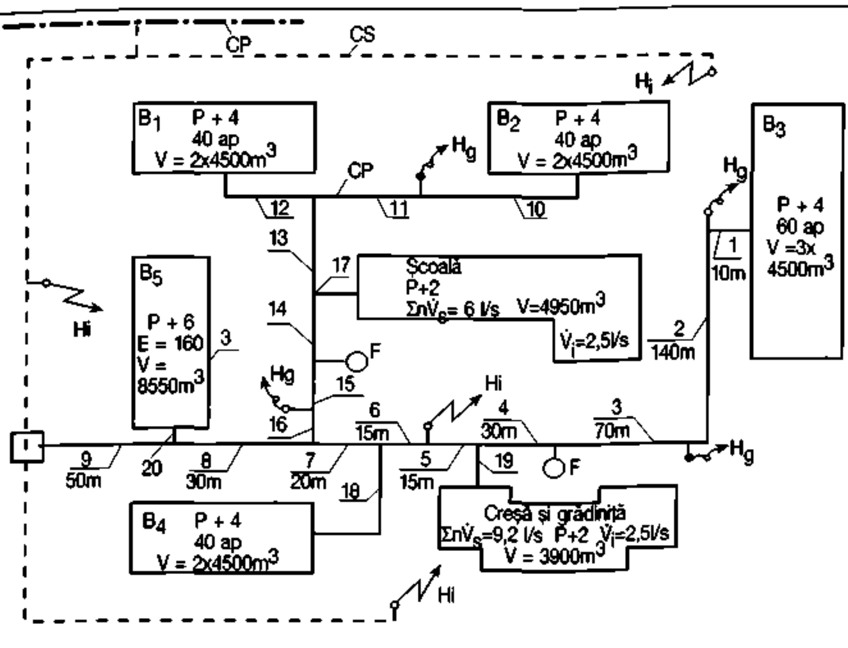


Fig. 2.6.11. Schema de calcul a rețelei exterioare de distribuție a apei reci, racordată la conducta de serviciu:
CP - conductă principală; CS - conductă de serviciu; CD - conductă de distribuție; Hi - hidrant de incendiu; Hg - hidrant de grădină; F - fântână de băut apă.

0,03 + 0,07 + 0,1 = 0,40 l/s·apart.

- debitul de calcul pentru fiecare clădire de locuit s-a stabilit în funcție de numărul de apartamente și de suma debitelor specifice pe apartament cu ajutorul tabelelor din anexa II, pentru necesarul specific de apă de 210 l/zi.pers., având în vedere faptul că s-a prevăzut contorizarea clădirilor, atât pe racordul de apă cât și pe fiecare apartament iar armăturile obiectelor sanitare sunt obișnuite, neperformante;
- pentru creșe s-a dat prin temă $\Sigma n\dot{V}_s$ = 9,20 iar pentru școală s-a dat prin temă $\Sigma n\dot{V}_s$ = 6,0 pentru ipoteza de funcționare normală;
- pentru caz de incendiu doar la creșe este dat prin temă $\Sigma n\dot{V}_s$ = 5,80, având în vedere existența căzilor de baie;
- la școală nu s-a făcut reducere de debit în caz de incendiu, deorece nu are dușuri;
- debitul de apă de consum $\dot{V}_{ci}$ s-a stabilit cu ajutorul datelor din tabelele 2.4.25 și 2.4.26;
- debitul de apă de consum din exterior $\dot{V}_{ce}$ s-a stabilit pentru ipoteza că în timpul incendiului fântânile de băut apă continuă să funcționeze;
- debitul total de consum $\dot{V}_{ci}$ + $\dot{V}_{ce}$ se majorează cu 10 % pentru acoperirea pierderilor de apă a rețelei, ținând seam de faptul că aceasta este îngropată în pământ;
- debitul necesar de apă pentru incendiului interior s-a stabilit pe baza datelor din tabelul 2.5.11 și pentru incendiul exterior pe baza datelor din tabelul 2.6.4;
- pentru fiecare tronson de calcul, diametrul conductei și pierderile de sarcină liniare s-au stabilit cu ajutorul nomogramei din fig. 2.4.68 și tabelele 2.4.35 și 2.4.36 pentru conducte din PVC 60,
- suma coeficienților de rezistență locală $\Sigma\xi$ pentru fiecare tronson s-a stabilit pe baza datelor din fig. 2.4.70 în funcție de viteza apei din fiecare tronson:

Tronson 1:

1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0
	Total 2,0

Tronson 2:

1 cot D_n 50 mm	1 x 1,0 = 1,0
1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 1,5

Tronsoane: 3; 4; 5; 6; 7; 8:

1 teu de trecere	1 x 0,5 = 0,5
	Total 0,5

Tronson 9:

1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0
1 robinet cu sertar D_n 125 mm	1 x 0,3 = 0,3
	Total 2,3

Tabelul 2.6.15 a, pentru funcționare în ipoteza fără incendiu, are o structură asemănătoare cu tabelul 2.6.15 b, pentru ipoteza de funcționare în caz de incendiu. În tabelul 2.6.15 a, sunt date debitele de calcul pentru incendiu, dar nu sunt cuprinse în debitele de calcul de pe fiecare tronson.

În ipoteza de funcționare normală, s-au folosit vitezele economice, iar pentru caz de incendiu s-a făcut verificarea dacă pentru caz de incendiu, diametrele alese pentru funcționarea normală, permit transportarea debitelor fără depășirea vitezei de 3 m/s. În cazul funcționării normale, pe tronsonul 6 se menține același diametru al conductei de alimentare cu apă ca pentru tronsonul 5, deorece au ambele tronsoane același debit de calcul, iar în caz de incendiu pe tronsonul 6, viteza ajunge la valoarea de 3,2 m/s, ceea ce se consideră acceptabil, depășirea fiind doar de 6%.

În ansamblul de clădiri, blocul B5 având 6 niveluri, are presiunea necesară H_{nec} de 250500 Pa , mai mare ca presiunea necesară a blocului B3 care este de 197500 Pa. în regimul de funcționare normală presiunea disponibilă la racordului blocului B5 este de 252818 Pa, astfel că se asigură presiunea necesară în punctul de racord.

Sarcina hidrodinamică necesară în punctul de racord la rețeaua exterioară este:

- pentru ipoteza de funcționare normală H_{nec} = 261530 Pa la un debit de 9,24 l/s.
- pentru ipoteza de funcționare la incendiu H_{nec} = 304935 Pa la un debit de 15,77 l/s.

Tabelul 2.6.15 a

Calculul hidraulic al rețelei exterioare de distribuție a apei reci, racordată la conducta de serviciu (exemplul de calcul 2; fig. 2.6.11)

Nr. tr.	Tipul clădirilor	$n\dot{V}_s$ [l/s]	$n\dot{V}'_s$ [l/s]	$\dot{V}_{ci}$ [l/s]	$\dot{V}_{ce}$ [l/s]	$\dot{V}_{ci}+\dot{V}_{ce}$ [l/s]	$\dot{V}_{ii}$ [l/s]	$\dot{V}_{ie}$ [l/s]	$\dot{V}_{ci}+\dot{V}_{ce}+\dot{V}_{ii}+\dot{V}_{ie}$ [l/s]	$1,1(\dot{V}_{ci}+\dot{V}_{ce})$ [l/s]	L [m]	d [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$h_{ri}=il$ [Pa]	Σh_{ri} [Pa]	ξ	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$\Sigma h_{ri}+\Sigma h_{rl}$ [Pa]	h_u [Pa]	h_g [Pa]	H_{nec} [Pa]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	$H_{necesar}$ (H_{nec}) pentru instalația interioară din blocul B3																			30000	142000	197500	
1	B3	34,20		2,03		2,03				2,23	10	63	0,90	160	1600	1600	2,0	810	810	2410			199910
2	B3	34,20		2,03		2,03				2,23	140	63	0,90	160	22400	24000	1,5	608	1418	25418			222918
3	B3	34,20		2,03		2,03				2,23	70	63	0,90	160	11200	35200	0,5	203	1620	36820			234320
4	B3	34,20		2,03																			
	F				0,20	2,23				2,45	30	63	1,00	190	5700	40900	0,5	250	1870	42770			240270
5	B3	34,20		2,03																			
	F				0,20																		
	Crese	9,20		1,35		3,58				3,94	15	75	1,13	192	2880	43780	0,5	319	2189	45969			243469
	H_{ii}						2,5																
6	B3	34,20		2,03																			
	F				0,20																		
	Crese	9,20		1,35		3,58				3,94	15	75	1,13	192	2880	46660	0,5	319	2508	49168			246668
	H_{ii}						2,5																
	H_{ie}							5,0															
7	B3;B4	57,00		2,64																			
	F				0,20																		
	Crese	9,20		1,35		4,19				4,61	20	90	0,92	106	2120	48780	0,5	212	2720	51500			249000
	H_{ii}						2,5																
	H_{ie}							5,0															
8	B3;B4;B2;B1	102,60		4,12																			
	2 F				0,40																		
	Crese	9,20		1,35																			
	H_{ii}						2,5																
	Scoala	6,00		1,71		7,58				8,34	30	110	1,11	117	3510	52290	0,5	308	3028	55318			252818
	H_{ie}							5,0															
9	B3;B4;B2;B1;B5	134,52		4,94																			
	2 F				0,40																		
	Crese	9,20		1,35																			
	H_{ii}						2,5																
	Scoala	6,00		1,71		8,40				9,24	50	110	1,22	140	7000	59290	2,3	1712	4740	64030			261530
	H_{ie}							5,0															

Tabelul 2.6.15 b

Calculul hidraulic al rețelei exterioare de distribuție a apei reci, racordată la conducta de serviciu (exemplul de calcul 2; fig. 2.6.11)

Nr. tr.	Tipul clădirilor	$n\dot{V}_s$ [l/s]	$n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{ci}$ [l/s]	$\dot{V}_{ce}$ [l/s]	$\dot{V}_{ci}+\dot{V}_{ce}$ [l/s]	$\dot{V}_{ii}$ [l/s]	$\dot{V}_{ie}$ [l/s]	$\dot{V}_{ci}+\dot{V}_{ce}+\dot{V}_{ii}+\dot{V}_{ie}$ [l/s]	$1,1(\dot{V}_{ci}+\dot{V}_{ce})$ [l/s]	L [m]	d [mm]	v [m/s]	i [Pa/m]	$h_{ri}=il$ [Pa]	Σh_{ri} [Pa]	ξ	h_{rl} [Pa]	Σh_{rl} [Pa]	$\Sigma h_{ri}+\Sigma h_{rl}$ [Pa]	h_u [Pa]	h_g [Pa]	H_{nec} [Pa]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Hnecesar (Hnec) pentru instalația interioară din blocul B3																			30000	142000	197500	
1	B3	34,20	24,00	1,52		1,52			1,52	1,67	10	63	0,67	95	950	950	18,0	4040	4040	4990			202490
2	B3	34,20	24,00	1,52		1,52			1,52	1,67	140	63	0,67	95	13300	14250	1,5	337	4377	18627		–	216127
3	B3	34,20	24,00	1,52		1,52			1,52	1,67	70	63	0,67	95	6650	20900	0,5	112	4489	25389			222889
4	B3	34,20	24,00	1,52																			
	F				0,20	1,72			1,72	1,89	30	63	0,77	120	3600	24500	0,5	148	4637	29137			226637
5	B3	34,20	24,00	1,52																			
	F				0,20																		
	Crese	9,20	5,80	1,08		2,80																	
	Hii						2,5		5,30	5,83	15	75	1,68	392	5880	30380	0,5	706	5343	35723			233223
6	B3	34,20	24,00	1,52																			
	F				0,20																		
	Crese	9,20	5,80	1,08		2,80																	
	Hii						2,5																
	Hie							5,0	10,30	11,33	15	75	3,20	1400	21000	51380	0,5	2560	7903	59283			256783
7	B3;B4	57,00	40,00	2,25																			
	F				0,20																		
	Crese	9,20	5,80	1,08		3,53	2,5																
	Hie							5,0	11,03	12,13	20	90	2,35	600	12000	63380	0,5	1381	9283	72663			270163
8	B3;B4;B2;B1	102,60	72,00	3,26																			
	2 F				0,40																		
	Crese	9,20	5,80	1,08																			
	Hii						2,5																
	Scoala	6,00	6,00	1,47		6,21																	
	Hie							5,0	13,71	15,08	30	110	2,00	340	10200	73580	0,5	1000	10283	83863			281363
9	B3;B4;B2;B1;B5	134,52	94,40	3,89																			
	2 F				0,40																		
	Crese	9,20	5,80	1,08																			
	Hii						2,5																
	Scoala	6,00	6,00	1,47		6,84																	
	Hie							5,0	14,34	15,77	50	110	2,10	370	18500	92080	2,3	5072	15355	107435			304935

2.7. Instalații pentru acumularea (stocarea) apei reci

2.7.1. Soluții constructive și scheme pentru realizarea instalațiilor

Rezervoarele de acumulare a apei reci se prevăd pentru:
- instalații alimentate cu apă rece din rețele exterioare cu funcționare intermitentă;
- rețele interioare sau exterioare a căror alimentare directă de la sursă cu cantitățile de apă necesare pentru acoperirea nevoilor menajere, tehnologice sau pentru stingerea incendiilor nu este posibilă din punct de vedere tehnic sau nu este rațională din punct de vedere economic;
- obiective speciale la care desfășurarea procesului tehnologic sau combaterea unui incendiu, trebuie neapărat asigurate și în caz de avarie a sursei de alimentare cu apă.

Rezervoarele executate din beton armat și beton precomprimat (STAS 4165) se clasifică după:
- poziția față de sol: la sol, îngropate, parțial îngropate, neîngropate și deasupra solului (castele de apă);
- formă: cilindrice, paralelipipedice, tronconice și de formă specială;
- numărul de compartimente pentru stocarea apei reci: cu 1 compartiment (rezervor simplu) și cu cameră de vane; cu 2 compartimente cuplate cu stație de pompare;
- legătura cu alte construcții: independente; incluse în structura altor construcții (stații de filtrare, de deferizare etc.).

Rezervoarele de acumulare a apei se prevăd cu posibilități de alimentare directă pentru combaterea incendiilor.

2.7.1.1 Rezervoare la sol și îngropate în sol

Rezervoarele îngropate și semiîngropate în sol sunt cele mai folosite, fiind asigurată protecția termică a apei la variațiile temperaturii exterioare.

Rezervoarele parțial îngropate pot fi cu: acoperiș placă cu capacități de la 25 la 200 m³; acoperiș cupolă cu capacități de la 25 la 300 m³; planșeu ciupercă cu capacități de la 300 la 1000 m³.

Forma rezervoarelor la sol se adoptă în funcție de înscrierea avantajoasă în relieful terenului, în cadrul incintelor sau în structura altor construcții.

În fig. 2.7.1 a se prezintă un rezervor simplu, de formă cilindrică, semiîngropat, prevăzut cu cameră de vane, iar în fig. 2.7.1 b schema instalațiilor hidraulice aferente.

De regulă, rezervoarele de acumulare asigură stocarea apei necesară pentru consum menajer, tehnologic și pentru combaterea incendiului. Pentru a evita consumarea rezervei de apă necesară combaterii incendiului, pe conducta de distribuție se montează o conductă de dezamorsare. În perioadele când rezervorul se află în revizie tehnică sau la apariția unor defecțiuni ale acestuia, se închid vanele de pe conductele de alimentare și distribuție și se deschide vana de pe conducta de ocolire a rezervorului, permițând în acest fel continuarea alimentării cu apă a instalațiilor exterioare pe durata remedierii defecțiunilor apărute.

Rezervoarele îngropate în sol sunt

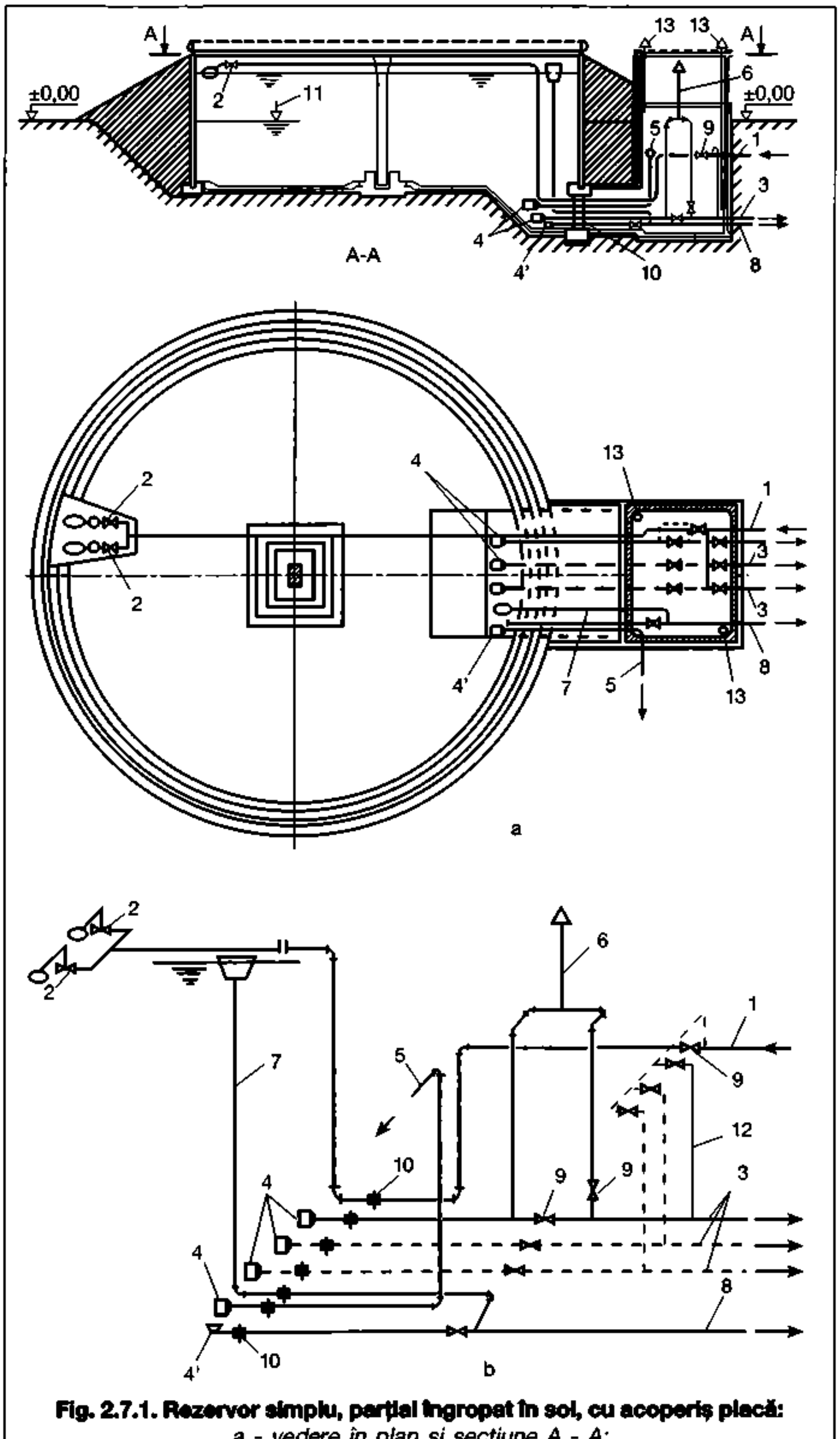


Fig. 2.7.1. Rezervor simplu, parțial îngropat în sol, cu acoperiș placă:
a - vedere în plan și secțiune A - A;
b - schema izometrică a instalațiilor hidraulice ale rezervorului;
1 - conductă de alimentare cu apă; 2 - robinet cu plutitor; 3 - conductă de distribuție a apei din rezervor; 4 - sorb; 4' - priză de golire a apei din rezervor; 5 - conductă de racord la pompe mobile pentru alimentarea cu apă necesară combaterii incendiilor; 6 - conductă pentru dezamorsare; 7 - conductă de preaplin; 8 - conductă de golire a rezervorului; 9 - vană; 10 - piesă de trecere a conductelor prin peretele rezervorului; 11 - nivelul rezervei de apă pentru combaterea incendiilor; 12 - conductă de ocolire a rezervorului de acumulare a apei; 13 - canal de aerisire.

prevăzute cu conducte de aerisire.

Pentru trecerea conductelor prin pereții rezervoarelor se prevăd piese speciale pentru etanșare.

Rezervoarele de acumulare din beton cu 2 compartimente sunt cuplate, de regulă, cu stație de pompare a apei și recipiente de hidrofor și se adoptă, în general, pentru incinte industriale în vederea asigurării consumului tehnologic, menajer și pentru combaterea incendiului cu hidranți exteriori.

Rezervoarele pentru acumularea apei reci au o înălțime utilă, măsurată între cota radierului și cota superioară de la care începe funcționarea preaplinului și un spațiu până la nivelul inferior al elementelor acoperișului. Înălțimea utilă se stabilește pe considerente tehnico-economice ținând seama de schema tehnologică a alimentării cu apă și de dimensiunile elementelor de rezistență ale rezervorului, rezultate ca necesare pentru diverse înălțimi utile. Spațiul liber are înălțimea minimă de 25 cm.

În cazul rezervoarelor amplasate în zone având un grad de seismicitate mai mare de 7, înălțimea spațiului liber se va spori în mod corespunzător și se prevăd ecrane sparge-val pentru a ține seama de efectul solicitărilor seismice asupra apei înmagazinate.

La amplasarea rezervoarelor se ține seama de înscrierea corespunzătoare a acestora în schema tehnologică de alimentare cu apă, precum și de condițiile de fundare și de stabilitate generală și locală a terenului.

La alegerea amplasamentului se evită, pe cât posibil, terenurile cu apă freatică, terenurile macroporice, tasabile sau cu capacitate portantă redusă, precum și versanții cu pante abrupte. Se evită amplasarea rezervoarelor pe versanți nestabili sau care își pot pierde stabilitatea datorită lucrărilor de executare a rezervorului.

Amplasarea rezervoarelor pentru apa potabilă se face astfel încât să se asigure în jurul lor o zonă de protecție sanitară cu regim sever ale cărei limite se stabilesc în conformitate cu reglementările specifice în vigoare.

2.7.1.2 Castele de apă

Castelul de apă (fig. 2.7.2) este un ansamblu constructiv format dintr-un rezervor de apă susținut de o construcție în formă de turn și având cuva amplasată la o înălțime determinată deasupra terenului, pentru a asigura distribuția apei prin gravitație.

Castelele de apă asigură înmagazinarea unei rezerve de apă și reglarea debitului și presiunii apei în rețeaua de distribuție.

Castelele de apă se construiesc cu capacități între 50 până la 500 m³ și înălțimi de 15, 25 și 30 m.

Forma cuvelor castelelor de apă poate fi tronconică, cilindrică sau de tip special. La trecerile conductelor prin pereții și fundul cuvei se utilizează piese speciale care asigură atât etanșeitatea, cât și preluarea deformațiilor cauzate de variațiile de temperatură.

Castelul de apă este prevăzut cu:
- instalații de alimentare și distribuție a apei și anume: conducte de intrare a apei de distribuție (pentru consum menajer, tehnologic și pentru combaterea incendiului), de golire și de preaplin; pentru a se menține nivelul minim al apei din rezervor corespunzător rezervei de apă pentru combaterea incendiului, conducta de distribuție a apei pentru consum curent și tehnologic se execută sub forma unui sifon (fig. 2.7.2), care se dezamorsează când nivelul apei tinde să scadă sub nivelul minim și întrerupe ieșirea apei din rezervor;
- instalație pentru semnalizarea nivelului apei din rezervoare;
- instalații și construcții anexe necesare exploatării și anume: instalație electrică de iluminat; paratrăsnet montat în partea cea mai înaltă a turnului; dispozitive pentru ventilarea naturală; scări de acces și pasarele interioare.

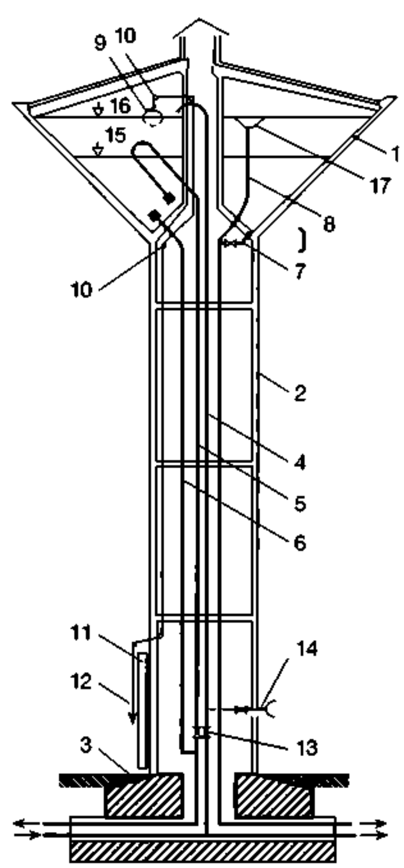


Fig. 2.7.2. Castel de apă:
1 - cuvă din beton armat; 2 - turn cilindric; 3 - fundație; 4 - conductă de alimentare cu apă a rezervoarelor; 5 - conductă pentru consum tehnologic; 6 - conductă pentru apă de incendiu; 7 - conductă de golire; 8 - conductă de preaplin; 9 - plutitor; 10 - scripete; 11 - miră gradată; 12 - indicator; 13 - vană de închidere; 14 - racord fix; 15,16 - nivel funcțional apă; 17 - prea plin.

Castelele de apă se amplasează, de obicei, în zonele industriale, ținând seama de condițiile de: ordin economic, exploatare, natura terenului, gradul de seismicitate, situația vânturilor dominante și sistematizarea zonei respective.

În cazul castelelor de apă amplasate în zone cu grad de seismicitate mai mare de 7 se recomandă prevederea, la interiorul cuvei, a unor ecrane sparge-val.

Castelele de apă prezintă următoarele avantaje:
- asigură continuitatea alimentării cu apă pentru consum tehnologic și pentru combaterea incendiului, și în cazul întreruperii accidentale pe un timp limitat a alimentării cu energie electrică (timp în care pompele nu funcționează), datorită rezervei de apă acumulată în cuva rezervorului;
- asigură alimentarea cu apă la presiunea necesară a consumatorilor industriali care au debite variabile în timp;
- ocupă un spațiu redus.

Dezavantajele castelelor de apă sunt următoarele:
- au un cost de investiție ridicat, astfel că nu sunt indicate pentru volume mari ale cuvelor (peste 1 000 m³);
- prezintă sensibilitate mare la cutremur, având o masă foarte mare ridicată la înălțime;
- sunt sensibile la influențele factorilor climatici exteriori (vânt, temperatură ridicată sau scăzută etc.).

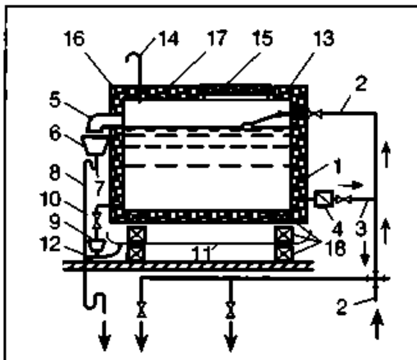


Fig. 2.7.3. Rezervor de înălțime:
1 - rezervor de înălțime; 2 - conductă de alimentare cu apă a rezervorului; 3 - conductă de alimentare cu apă a consumatorilor; 4 - clapetă de reținere; 5 - preaplin; 6 - pâlnie de preaplin; 7 - sifon; 8- conductă de golire; 9 - conductă de golire a rezervorului; 10 - robinet de golire; 11 - tavă; 12 - golirea tavei; 13 - robinet cu plutitor; 14 - aerisire; 15 - capac; 16 - izolație; 17 - protecția izolației; 18 - suport de sprijin.

2.7.1.3 Rezervoare de înălțime

Permit acumularea unei rezerve de apă necesară compensării variațiilor orare ale debitului consumat, în condițiile funcționării continue sau intermitente a surselor de alimentare cu apă.

Rezervorul fiind montat la o înălțime determinată, asigură distribuția apei la sarcina hidrodinamică necesară în instalația interioară.

Rezervorul de înălțime (fig. 2.7.3) poate fi alimentat cu apă direct din conducta publică a rețelei exterioare, când sarcina hidrodinamică disponibilă în punctul de racord este mai mare sau cel puțin egală cu sarcina hidrodinamică necesară în instalația interioară, sau cu ajutorul pompelor în cazul contrar.

Apa este distribuită din rezervorul de înălțime în instalația interioară prin aceeași coloană prin care se face alimentarea cu apă a rezervorului, printr-o conductă de legătură pe care se montează clapeta de reținere, care are rolul de a permite trecerea apei numai într-un singur sens; în acest fel, rezervorul de înălțime este prevăzut cu o conductă de preaplin prin care se elimină excesul de apă care ar putea rezulta în cazul unei defecțiuni intervenite pe conducta de alimentare sau la robinetele cu plutitor.

Pentru evitarea contaminării apei se interzice legarea directă a preaplinului la canalizare; de aceea se prevede o pâlnie racordată cu un sifon cu gardă hidraulică care are rolul de a împiedica pătrunderea gazelor din conducta de canalizare în încăperea în care se află montat rezervorul.

2.7.2. Calculul volumului necesar (capacității) rezervoarelor pentru acumularea apei reci

Volumul se determină astfel încât să se asigure rezerva de apă pentru consum menajer, în scopuri tehnologice și de combatere a incendiului, cu relația:

$$V_{rez}=V_{den}+V_{inc}+V_{comp}\ [m^3] \qquad (2.7.1)$$

sau

$$V_{rez}=V_{den}+V_{av}+V_{comp}\ [m^3] \qquad (2.7.2)$$

în care:

- V_{rez} - reprezintă volumul total al rezervorului de acumulare [m³];
- V_{den} - volumul necesar ca urmare a denivelării apei determinate de aspirația apei în sorb [m³]; acest volum se ia în considerare numai pentru rezervoare având peste 2000 m³;
- V_{inc} - volumul rezervei de stingere a incendiului [m³];
- V_{av} - volumul rezervei pentru consum menajer sau în scopuri tehnologice care să asigure funcționarea în caz de avarie la sursă (instalația de alimentare a rezervorului) [m³];
- V_{comp} - volumul de compensare ce trebuie acumulat pentru a se asigura funcționarea rațională a instalației [m³].

Pentru reducerea volumului rezervoarelor, se recomandă amplasarea sorbului de aspirație în cuvă sub nivelul fundului rezervorului și prevederea de dispozitive de reducere a denivelării în aspirație; în cazurile în care aceste măsuri nu sunt posibile, la stabilirea volumului total al rezervorului se ține seama și de volumul de apă necesar umplerii secțiunii de așezare a sorbului, precum și denivelării apei la aspirația în sorb.

2.7.2.1 Calculul volumului rezervei de apă pentru combaterea incendiului

Volumul se calculează cu relația:

$$V_{inc}=V_i+V_{cons}-V_a\ [m^3] \qquad (2.7.3)$$

în care:

- V_i - este volumul de apă necesar stingerii tuturor incendiilor simultane [m³];
- V_{cons} - volumul de apă necesar asigurării consumului de apă potabilă sau industrială pe timpul incendiului [m³];
- V_a - volumul minim de apă cu care rezervoarele pot fi alimentate în timpul incendiului, care se determină cu relația:

$$V_a=3{,}6\times T_i\ \dot{V}_{a\,min}\ [m^3] \qquad (2.7.4)$$

- T_i - durata teoretică a incendiului (sau, în cazuri speciale, acea parte din durata incendiului în care se poate asigura alimentarea rezervorului) [h];
- $\dot{V}_{a\,min}$ - debitul minim de alimentare pe timp de incendiu, determinat în secțiunile de control situate la intrarea apei în rezervoare [l/s].

La determinarea rezervei de apă se au în vedere următoarele condiții:

- în cazul în care rezervoarele de înmagazinare sunt comune pentru apă potabilă sau industrială și pentru stingerea incendiului, la stabilirea capacității rezervoarelor se ia în considerare cea mai mare dintre rezervele de incendiu sau de avarie;
- în caz de funcționare în regim de avarie se admite folosirea rezervei de incendiu, cu luarea măsurilor tehnico-organizatorice prevăzute în instrucțiunile de exploatare, necesare pentru funcționarea cu restricții a consumului în regim de avarie, remedierea operativă a avariei și întărirea măsurilor de prevenire a incendiului în zonele afectate;
- volumul rezervei pentru incendiu poate fi redus cu volumul V_a numai în cazul când alimentarea rezervorului de la sursă poate avea loc fără întrerupere, în condițiile de siguranță prevăzute de prescripții legale în vigoare, chiar în timpul incendiului;
- instalațiile speciale de stingere a incendiului (sprinklere, drencere) trebuie să aibă o rezervă proprie, care să asigure funcționarea lor în orice împrejurare, o perioadă minimă de: 20 min, cu întregul debit de calcul la: clădiri industriale monobloc, magazine, săli de spectacol cu o capacitate mai mare de 600 locuri; 10 min, cu debitul de cel puțin 10 l/s la clădiri industriale sau civile, obișnuite. Dimensionarea rezervei proprii pentru instalații speciale (sprinklere și drencere) conform celor de mai sus, se poate face numai dacă, în intervalul de timp indicat, se asigură punerea în funcțiune a sursei de bază care trebuie să asigure debitele de calcul necesare; în caz contrar, se dimensionează rezerva proprie, proporțională cu debitul de calcul și timpul real de punere în funcțiune a sursei de bază;
- capacitatea bazinelor descoperite de apă pentru incendiu se majorează cu capacitatea de apă care poate îngheța pe timp de iarnă sau care poate să se evapore pe timp de vară;
- când alimentarea cu apă a rezervorului se face dintr-o rețea exterioară existentă care asigură debitul și presiunea necesare în caz de incendiu, dar care funcționează cu intermitență, se prevede un rezervor care să asigure funcționarea timp de 10 min a hidranților interiori și timp de 60 min a hidranților exteriori. Pentru sălile aglomerate se asigură funcționarea timp de 60 min, fie a hidranților interiori, fie a celor exteriori, instalația dimensionându-se la debitul cel mai mare;
- rezerva de apă pentru alimentarea instalațiilor speciale (sprinklere, drencere) poate fi păstrată împreună cu cea pentru hidranți interiori și exteriori;
- rezerva de apă pentru stingerea incendiului poate fi păstrată împreună cu cantitățile de apă necesare consumului menajer sau industrial cu respectarea normelor sanitare, luându-se măsuri ca să împiedice folosirea rezervei de apă pentru incendiu în alte scopuri.

Volumul rezervei de incendiu pentru centre populate se determină cu relația:

$$V_{inc}=T_e\left(a\cdot\dot{V}_{s\,orar\,max}+3{,}6\cdot n\cdot\dot{V}_{ie}-\dot{V}_{si}\right)+\sum_{i=1}^{u}3{,}6\cdot\dot{V}_{ii}\cdot T_i\ \left[m^3\right] \qquad (2.7.5)$$

în care:

- T_e - durata de calcul [h], a incendiului exterior care pentru centre populate se ia T_e = 3 h;
- a - coeficient adimensional a cărui valoare se ia: a = 0,7, pentru rețelele de distribuție care nu asigură, la hidranții exteriori, presiunea necesară stingerii directe a incendiului (această presiune trebuie să nu fie mai mică de 0,7 bar); a = 1, pentru rețelele de distribuție care asigură, la hidranții exteriori, presiunea necesară stingerii directe a incendiului;
- $\dot{V}_{s\,orar\,max}$ - debitul orar maxim al cerinței de apă [m³/h];
- n - numărul de incendii exterioare

simultane care se ia, pentru centre populate, în funcție de mărimea centrului populat, conform tabelului 2.6.3;

$\dot{V}_{ie}$ - debitul pentru un incendiu exterior [l/s], care se stabilește astfel: pentru centre populate, în funcție de mărimea centrului populat și a clădirilor, conform datelor din tabelul 2.6.3;

$\dot{V}_{si}$ - debitul minim [m³/h], care poate fi asigurat de la o sursă, fără întrerupere, chiar în timpul incendiului; pentru centrele populate care au $\dot{V}_{ie}$ > 20 l/s se consideră o avarie în ipoteza cea mai defavorabilă, după caz, la instalațiile hidraulice, electrice, mecanice, pneumatice etc. ale sursei cu debitul cel mai mare;

$\dot{V}_{ii}$ - debitul pentru un incendiu exterior [l/s];

T_i - durata de calcul [h] de funcționare la un incendiu a instalațiilor interioare, cu debitul $\dot{V}_{ii}$ care se determină în funcție de felul instalațiilor și obiectelor protejate.

Pentru localitățile din mediul rural, volumul rezervei de incendiu este dat în funcție de debitul maxim orar de apă pentru nevoi gospodărești și de mărimea localității, după cum urmează:

- o rezervă de apă de 10 m³, pentru localități la care debitul maxim orar de apă pentru nevoi gospodărești nu depășește 5 l/s; rezerva de apă pentru incendiu se asigură în rezervorul de compensare a consumurilor orare;
- pentru localități având până la 5000 locuitori la care debitul maxim orar de apă pentru nevoi gospodărești este egal sau mai mare de 5 l/s, se prevede o rezervă intangibilă de apă, pentru stingerea incendiilor, de 54 m³ în rezervorul de compensare a consumurilor orare;
- pentru localități având până la 10000 locuitori la care debitul maxim orar de apă pentru nevoi gospodărești este egal sau mai mare de 10 l/s, se prevede o rezervă intangibilă de apă, pentru stingerea incendiilor, de min. 108 m³ în rezervorul de compensare a consumurilor orare.

Timpul teoretic de funcționare a hidranților interiori este de minimum:

- 180 min pentru hidranții interiori, tunurile de apă și racordurile fixe montate în clădiri monobloc (pe circulații, coridoare sau tuneluri speciale de evacuare), precum și pentru coloanele din casele de scări ale clădirilor industriale multietajate (cu înălțimea pardoselii ultimului nivel folosibil situat la 20 m sau mai mult de nivelul terenului accesibil vehiculelor de intervenții ale pompierilor), care trebuie să funcționeze la condițiile prevăzute pentru rețele exterioare;
- 120 min pentru hidranții interiori din clădirile civile și industriale cu înălțimi peste 45 m;
- 60 min pentru: hidranții interiori ai clădirilor înalte monobloc; hidranții din clădirile cu săli de spectacole; hidranții din clădirile la care, combaterea din exterior a incendiului s-a prevăzut să se facă cu pompe mobile, direct din bazine sau rezervoare;
- 10 min pentru hidranții interiori din clădiri obișnuite.

Tabelul 2.7.1. Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor mobile de răcire a rezervoarelor lichide

C_d [m³]	T_r [h]
51...500	1,5
501...1500	2
1501...2500	2,5
2501...5000	3
5001...10000	4,5
peste 10000	6

C_d = Capacitatea depozitului indiferent de clasa lichidelor
T_r = Timpul teoretic de răcire

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor de stingere a incendiilor cu sprinklere sau drencere se consideră minimum 60 min. Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor speciale (drencere, sprinklere) pentru răcire sau perdele de apă pentru limitarea propagării incendiului se stabilește, de la caz la caz, în funcție de destinația elementului protejat și durata cât acesta trebuie să reziste la foc. Capetele de dispersare a apei care protejează perimetrul unei clădiri sau al unui compartiment de incendiu împotriva propagării incendiului, se prevăd să funcționeze și în cazul incendierii construcțiilor (compartimentelor) învecinate.

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor de stingere cu hidranți exteriori, racorduri fixe sau tunuri de apă, care trebuie să funcționeze la condițiile prevăzute pentru rețele exterioare, se consideră: 3 h, la construcții civile și industriale precum și la depozite deschise, obișnuite; 4 h, la rafinării, combinate petrochimice, protejate cu instalații fixe; 6 h, la rafinării, unități petrochimice, protejate cu instalații mobile.

Timpul teoretic de funcționare a instalațiilor mobile de răcire a rezervoarelor se precizează în tabelul 2.7.1.

Refacerea rezervei de apă pentru combaterea incendiului se va face prin restrângerea necesarului de apă pentru alte nevoi. În cazul în care refacerea rezervei de incendiu în timpul normal conduce la soluții nejustificate din punct de vedere tehnico-economic sau de securitate, sistemul de refacere și durata se vor stabili de către proiectant cu acordul beneficiarului.

Debitul zilnic pentru refacerea rezervei de incendiu se determină cu relația:

$$\dot{V}_{ri} = 24\frac{V_i}{T_{ri}} \text{ [m³/zi]} \tag{2.7.6}$$

în care:

V_i - este rezerva de incendiu [m³];

T_{ri} - timpul de refacere a rezervei de apă pentru incendiu [h] conform datelor din tabelul 2.7.2.

2.7.2.2 Calculul volumului rezervei de apă pentru cazuri de avarii

Se determină, de la caz la caz, în funcție de timpul necesar înlăturării avariei, T_{av} și debitul de exploatare în condiții de avarie $\dot{V}_{av}$ cu relația:

$$V_{av} = T_{av}(\dot{V}'_{med\,orar} - \dot{V}'_a) = T_{av}\,\dot{V}_{av} \text{ [m³/zi]} \tag{2.7.7}$$

în care:

T_{av} - este timpul de înlăturare a avariei [h];

$\dot{V}'_{med\,orar}$ - debitul mediu orar necesar funcționării instalației în regim de exploatare la avarie (cu restricții) [m³/h];

$\dot{V}'_a$ - debitul de apă de alimentare a rezervorului pe căile neavariate, rămase în funcțiune [m³/h].

Tabelul 2.7.2. Timpul de refacere a rezervei de apă pentru incendii (STAS 1478)

Denumirea obiectivelor alimentate cu apă		T_{ri} [h]
Clădiri civile, centre populate		24
Construcții și zone industriale cu construcții din categoriile de pericol de incendiu:		
A și B		24
C, având $\dot{V}_{ie}$:	> 25 l/s	24
	≤ 25 l/s	36
D și E, având $\dot{V}_{ie}$:	> 25 l/s	36
	≤ 25 l/s	48

Observații:
1. Pentru obiective situate în zone în care sursele de apă au debite insuficiente sau situate la distanțe mari, proiectantul poate stabili, de la caz la caz, prelungirea duratei de refacere a rezervei de incendiu până la maximum 72 h, cu condiția de a justifica, prin proiect, acest lucru;
2. Dacă debitul sursei de alimentare este insuficient pentru refacerea rezervei de apă în timpul prevăzut mai sus, se admite prelungirea timpului de refacere, mărindu-se rezerva cu volumul de apă ce nu poate fi completat în timpul normat.

Tabelul 2.7.3 a. Coeficienții de variație p, pentru stabilirea variației consumului zilnic de apă pentru centre populate din mediul urban (valori orientative)

Ora	Valorile coeficienților de variație orară p și cumulate Σp în funcție de debitul orar mediu din ziua de consum maxim [m³/h]																			
	2		3		5		7,5		10		15		25		35		45		55	
	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]	p [%]	Σp [%]
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	2,1	2,1	2,4	2,4	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
6-7	10,1	12,1	9,6	11,9	8,9	11,6	8,6	11,4	8,2	11,0	7,9	10,7	7,6	10,3	7,1	10,0	6,8	9,7	6,6	9,5
7-8	6,3	18,5	6,3	18,2	6,3	17,9	6,3	17,7	6,3	17,3	6,2	16,9	5,9	16,4	5,7	15,7	5,6	15,3	5,5	15,0
8-9	4,2	22,7	4,3	22,5	4,5	22,4	4,7	22,4	4,9	22,2	4,9	21,8	4,9	21,3	4,9	20,6	5,0	20,3	5,0	20,0
9-10	2,3	24,9	2,3	24,8	2,5	24,9	2,9	25,3	3,3	25,5	3,6	25,4	4,0	25,3	4,2	24,8	4,4	24,7	4,5	24,5
10-11	3,1	28,0	3,3	28,1	3,5	28,4	3,8	29,1	4,0	29,5	4,1	29,5	4,3	29,6	4,4	29,2	4,5	29,3	4,8	29,3
11-12	4,1	32,1	4,3	32,4	4,6	33,0	4,8	33,9	4,9	34,4	4,9	34,4	4,9	34,5	5,0	34,2	5,0	34,3	5,1	34,4
12-13	8,0	40,1	7,5	39,9	7,0	40,0	6,8	40,7	6,6	41,0	6,4	40,8	6,2	40,7	6,0	40,2	5,8	40,1	5,6	40,0
13-14	5,2	45,3	5,2	45,1	5,2	45,2	5,3	46,0	5,3	46,3	5,3	46,1	5,3	46,0	5,3	45,5	5,2	45,3	5,2	45,2
14-15	2,2	47,5	2,6	47,7	3,1	48,3	3,5	49,5	3,8	50,1	4,1,	50,2	4,3	50,3	4,5	50,0	4,7	50,0	4,9	50,1
15-16	3,0	50,5	3,4	51,1	3,7	52,0	3,9	53,4	4,1	54,2	4,3	54,5	4,5	54,8	4,7	54,7	4,9	54,9	5,0	55,1
16-17	3,0	53,5	3,4	54,5	3,7	55,7	4,1	57,5	4,3	58,5	4,5	59,0	4,6	59,4	4,8	59,5	5,0	49,9	5,1	60,2
17-18	4,1	57,6	4,3	58,8	4,5	60,2	4,7	62,2	4,8	63,3	4,9	63,9	5,0	64,4	5,1	64,6	5,2	65,1	5,3	65,5
18-19	5,3	62,9	5,4	64,2	5,6	65,8	5,6	67,8	5,6	68,9	5,6	69,5	5,6	70,0	5,7	70,3	5,7	70,8	5,8	71,3
19-20	6,3	69,3	6,3	70,5	6,5	72,3	6,5	74,3	6,5	75,4	6,5	76,0	6,4	76,4	6,4	76,7	6,3	77,1	6,3	77,6
20-21	7,8	77,0	7,8	78,3	7,8	80,1	7,7	82,0	7,6	83,0	7,4	83,4	7,3	83,7	,7,1	83,8	6,9	84,0	6,7	84,3
21-22	17,7	94,7	15,4	93,7	13,2	93,3	10,9	92,9	9,9	92,9	9,2	92,6	8,5	92,2	8,2	92,0	7,9	91,9	7,6	91,9
	23,3*		20,0*		16,7*		13,4*		11,9*		10,0*		10,0*		9,3*		9,0*		8,7*	
22-23	4,1	98,8	4,8	98,5	5,1	98,4	5,4	98,3	5,4	98,3	5,7	98,3	6,0	96,2	6,1	98,1	6,2	98,1	6,2	98,1
23-24	1,2	100	1,5	100,	1,6	100	1,7	100	1,7	100	1,7	100	1,8	100	1,9	100	1,9	100	1,9	100

2.7.2.3 Calculul volumului de compensare pentru consumul de apă în scopuri menajere sau industriale

Se determină printr-un bilanț grafic sau analitic al cantităților de apă furnizate și, respectiv consumate, astfel încât cantitatea de apă acumulată să fie minimă și să asigure funcționarea instalației în condițiile impuse de la caz la caz.

Valori orientative ale coeficienților de variație orară a consumului de apă din centrele populate din mediul urban sunt redate în tabelul 2.7.3 a iar pentru centrele populate din mediul urban sunt redate in tabelul 2.7.3 b. Coeficienții de variație a consumului de apă în scopuri tehnologice se determină de proiectant în funcție de caracteristicile proceselor industriale și de simultaneitatea consumurilor, pentru ziua cu cel mai mare consum.

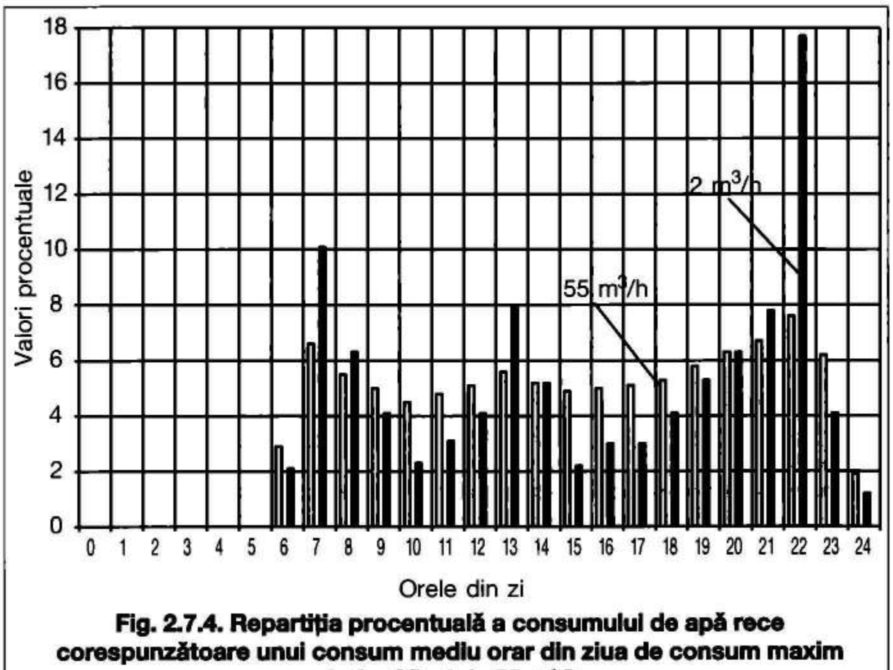


Fig. 2.7.4. Repartiția procentuală a consumului de apă rece corespunzătoare unui consum mediu orar din ziua de consum maxim de 2 m³/h și de 55 m³/h

În fig. 2.7.4 este dată repartiția procentuală a consumului de apă rece pentru două centre populate din mediul urban, corespunzătoare unui consum mediu orar din ziua de consum maxim de 2m³/h și de 55m³/h.

Volumul de compensare V_{comp} se determină prin calcul analitic ca suma valorilor absolute ale diferențelor maxime între valorile cumulate ale volumelor de apă furnizate de sursă și valorile cumulate ale volumelor de apă consumate, în aceeași perioadă de timp (de regulă 24 h).

Calculul grafic al volumelor compensate V_{comp} se efectuează trasând într-un sistem de axe de coordonate (fig. 2.7.5), având pe abscisă perioada de timp considerată (24 h) și pe ordonată valorile procentuale ale consumului și ale debitelor de apă furnizate de la sursă. În fig. 2.7.5 au fost date valorile procentuale ale consumului de apă pentru două cazuri.

Curba 1 corespunde variației procentuale orare cumulate pentru un consum mediu orar din ziua de consum maxim de 2 m³/h, iar curba 2 corespunde variației procentuale orare cumulate pentru un consum mediu orar din ziua de consum maxim de 55 m³/h.

Pe grafic s-au trasat liniile corespunzătoare variației procentuale orare a debitelor furnizate de sursă. Linia 3 corespunde unui debit mediu orar repartizat pe 24 de ore.

Se determină diferențele maxime pozitive

Tabelul 2.7.3 b. Coeficienții de variație p, pentru stabilirea variației consumului zilnic de apă pentru centre populate din mediul rural (valori orientative)

ora	Valorile coeficienților de variație orară p și cumulate Σp în funcție de debitul orar mediu din ziua de consum maxim [m³/h]															
	2		3		5		7,5		10		15		25		35	
	p [%]	Σp	p [%]	Σp	p [%]	Σp	p [%]	Σp	p [%]	Σp	p [%]	Σp	p [%]	Σp	p [%]	Σp
0-1	0,40	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,75	0,75	0,80	0,80	0,85	0,85	0,90	0,90	0,95	0,95
1-2	0,40	0,80	0,50	1,00	0,60	1,20	0,75	1,50	0,80	1,60	0,85	1,70	0,90	1,80	0,95	1,90
2-3	0,70	1,50	0,80	1,80	0,90	2,10	1,00	2,50	1,00	2,60	1,10	2,80	1,30	3,10	1,40	3,30
3-4	0,70	2,20	0,80	2,60	0,90	3,00	1,00	3,50	1,00	3,60	1,10	3,90	1,30	4,40	1,40	4,70
4-5	2,70	4,90	2,80	5,40	2,90	5,90	3,00	6,50	3,00	6,60	3,10	7,00	3,20	7,60	3,30	8,00
5-6	5,80	10,70	5,70	11,10	5,60	11,50	5,50	12,00	5,50	12,10	5,40	12,40	5,30	12,90	5,20	13,20
6-7	5,80	16,50	5,70	16,80	5,60	17,10	5,50	17,50	5,50	17,60	5,40	17,80	5,30	18,20	5,20	18,40
7-8	5,80	22,30	5,70	22,50	5,60	22,70	5,50	23,00	5,50	23,10	5,40	23,20	5,30	23,50	5,20	23,60
8-9	3,20	25,50	3,30	25,80	3,40	26,10	3,50	26,50	3,50	26,60	3,60	26,80	3,60	27,10	3,60	27,20
9-10	3,20	28,70	3,30	29,10	3,40	29,50	3,50	30,00	3,50	30,10	3,60	30,40	3,60	30,70	3,60	30,80
10-11	6,20	34,90	6,10	35,20	6,00	35,50	6,00	36,00	5,90	36,00	5,80	36,20	5,70	36,40	5,60	36,40
11-12	8,50	43,40	8,30	43,50	8,20	43,70	8,00	44,00	7,70	43,70	7,50	43,70	7,00	43,40	6,80	43,20
12-13	13,50	56,90	11,50	55,00	10,00	53,70	9,00	53,00	8,50	52,20	7,50	51,20	7,00	50,40	6,80	50,00
13-14	6,50	63,40	6,30	61,30	6,10	59,80	6,00	59,00	5,90	58,10	5,80	57,00	5,70	56,10	5,60	55,60
14-15	5,00	68,40	5,00	66,30	5,00	64,80	5,00	64,00	5,00	63,10	5,10	62,10	5,20	61,30	5,20	60,80
15-16	4,50	72,90	5,00	71,30	5,00	69,80	5,00	69,00	5,00	68,10	5,10	67,20	5,20	66,50	5,20	66,00
16-17	1,80	74,70	2,60	73,90	3,20	73,00	3,50	72,50	3,50	71,60	3,60	70,80	3,70	70,20	3,70	69,70
17-18	2,20	76,90	2,60	76,50	3,20	76,20	3,50	76,00	3,50	75,10	3,60	74,40	3,70	73,90	3,70	73,40
18-19	6,00	82,90	6,00	82,50	6,00	82,20	6,00	82,00	5,90	81,00	5,80	80,20	5,70	79,60	5,60	79,00
19-20	6,30	89,20	6,20	88,70	6,10	88,30	6,00	88,00	6,00	87,00	5,90	86,10	5,90	85,50	5,80	84,80
20-21	6,00	95,20	6,00	94,70	6,00	94,30	6,00	94,00	5,90	92,90	5,80	91,90	5,70	91,20	5,60	90,40
21-22	2,80	98,00	3,00	97,70	3,00	97,30	3,00	97,00	3,40	96,30	3,70	95,60	3,90	95,10	4,20	94,60
22-23	1,40	99,40	1,60	99,30	1,80	99,10	2,00	99,00	2,40	98,70	2,80	98,40	3,00	98,10	3,40	98,00
23-24	0,60	100,00	0,70	100,00	0,90	100,00	1,00	100,00	1,30	100,00	1,60	100,00	1,90	100,00	2,00	100,00

ΔV^+ și diferențele maxime negative ΔV^- dintre cele două curbe de consum și debitul mediu furnizat de sursă și se însumează valorile absolute ale celor două diferențe, obținând astfel volumul de compensare $V_{comp.} = |\Delta V^+| + |\Delta V^-|$.

În cazul în care sursa asigură debitul mediu, cea mai mare diferență pozitivă între curbele de consum și debitul mediu este notată cu AB și cea mai mare diferență negativă este notată cu CD. Se observă că pentru ambele consumuri, în cazul debitului mediu furnizat de sursă, preocentual volumul de acumulare aste același, respectiv $AB + CD = 20 + 4 = 24$ %.

Pentru a stabili volumul de acumulare se stabilește ce volum corspunde unui procent. La consumul mediu orar de 2 m³/h pentru 19 ore de consum corespunde un consum mediu zilnic de 38 m³/zi, care repartizat la 100 %, rezultă un volum de acumulat pentru un procent de 0,38 m³. Pentru 24 % cprespunde un volum de acumulat de 9,12 m³. Debitul mediu orar asigurat de sursă este egal cu consumul mediu zilnic repartizat pe 24 de ore, respectiv 1,58 m³/h.

Pentru consumul mediu orar de 55 m³/h pentru 19 ore de consum corespunde un consum mediu zilnic de 1045 m³/zi, care repartizat la 100 %, rezultă un volum de acumulat pentru un procent de 10,45 m³. Pentru 24 % corespunde un volum de acumulat de 250,8 m³. Debitul mediu orar asigurat de sursă este egal cu consumul mediu zilnic repartizat pe 24 de ore, respectiv 43,54 m³/h.

Dacă va crește debitul mediu asigurat de sursă de la 1,58 m³/h la 1,8 m³/h, în cazul consumului mediu orar de 2 m³/h, cea mai mare diferență pozitivă este notată cu GH și cea mai mare diferență negativă este notată cu KL care însumează 17 % căruia îi corespunde un volum de acumulat de 6,5 m³.

Pentru consumul mediu orar de 55 m³/h dacă va crește debitul mediu asigurat de sursă de la 43,54 la 49,78 m³/h, volumul de acumulare corspunde diferenței pozitive EF și diferenței negative CD care însumează 16 % și un volum de acumulare de 167,7 m³.

Se pot lua în considerare și alte debite ale sursei pentru a se stabili soluția cea mai economică între creșterea debitului sursei și diminuarea volumului de acumulare.

Calculul grafic permite determinarea volumului minim de compensare și a perioadei optime de funcționare a instalației ca date de analiză pentru un calcul tehnico-economic al capacității rezervorului de acumulare. În acest scop, se consideră diferite valori ale debitelor sursei, în regim de funcționare continuă sau cu întreruperi, se determină capacitățile necesare ale rezervorului de acumulare, se calculează funcția de cost a cheltuielilor totale anuale de investiție și de exploatare ale sursei și ale rezervorului de acumulare (considerând o perioadă de amortizare a investiției de 8 ani) și rezultă soluția recomandată pentru valoarea minimă a funcției de cost.

Capacitatea rezervoarelor, determinată cu relațiile 2.7.1 sau 2.7.2 se rotunjește în plus, la una din următoarele valori [m³]: 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 5000, 10 000.

Pentru capacități mai mari se pot alege valori egale cu un multiplu de 5000 m³.

Capacitatea unui compartiment de rezervor pentru apă potabilă nu trebuie să depășească volumul de apă corespunzător timpului maxim de trecere a apei prin rezervor, admis de prescripțiile sanitare în vigoare.

2.7.3. Calculul hidraulic al conductelor aferente rezervoarelor de acumulare a apei reci

Instalațiile hidraulice aferente rezervoarelor cuprind conductele de: alimentare cu apă a rezervorului, aspirație a pompelor, preaplin și golire. Rezervoarele sunt prevăzute, de asemenea, cu instalații de semnalizare și control ale nivelului apei.

Toate conductele cu care este echipat rezervorul, cu excepția celei de preaplin, trebuie prevăzute cu vane.

Instalațiile hidraulice trebuie astfel proiectate încât să nu permită consumarea volumului rezervei de incendiu decât în scopul pentru care aceasta a fost prevăzută.

Rezervoarele vor fi echipate cu instalațiile necesare pentru alimentare cu apă a pompelor mobile de incendiu, conform

normelor generale de protecție împotriva incendiilor.

2.7.3.1 Determinarea diametrului și numărului robinetelor cu plutitor

Conducta de alimentare cu apă a rezervorului este prevăzută cu un distribuitor pe care sunt montate robinete cu plutitor.

Debitul $\dot{V}_1$ care intră în rezervor printr-un robinet cu plutitor cu diametrul d_1 [m] este:

$$\dot{V}_1 = 3.600\,\frac{\pi d_1^2}{4}\,v_1\ [m^3/h] \qquad (2.7.8)$$

în care:

v_1 - este viteza medie a apei în secțiunea robinetului cu plutitor:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\,H_u}{10^3\,(1+\xi_r)}}\ [m/s] \qquad (2.7.9)$$

astfel că:

$$\dot{V}_1 = 3.600\,\frac{\pi d_1^2}{4}\sqrt{\frac{2\,H_u}{10^3\,(1+\xi_r)}}\ [m^3/h] \qquad (2.7.10)$$

unde:

H_u - este sarcina utilă în secțiunea robinetului cu plutitor [Pa],

ξ_r - este coeficientul de pierdere de sarcină locală în robinetul cu plutitor.

Numărul n de robinete cu plutitor se calculează din relația de continuitate:

$$n = \frac{\dot{V}}{\dot{V}_1} \qquad (2.7.11)$$

în care:

$\dot{V}$ - este debitul de alimentare cu apă a rezervorului [m³/h].

Pentru consumul menajer, se consideră minimum 2 robinete. Pentru consumul tehnologic sau pentru incendiu, numărul minim este de 3.

Dacă se alege numărul robinetelor cu plutitor n, din relația 2.7.11 se deduce: $\dot{V}_1 = \dot{V}/n$ și din relația 2.7.8 rezultă diametrul robinetelor cu plutitor:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4\cdot\dot{V}_1}{3.600\cdot\pi\cdot v_1}}\ [m] \qquad (2.7.12)$$

în care:

v_1 - se determină cu relația 2.7.9.

Sarcina utilă H_u se calculează în funcție de sarcina hidrodinamică disponibilă H_{disp} [Pa] a apei în punctul de racord al conductei de alimentare a rezervorului la rețeaua exterioară, cu relația:

$$H_u = H_{disp} - (H_g + h_r)\ [Pa] \qquad (2.7.13)$$

în care:

H_g - este înălțimea geodezică a robinetului cu plutitor față de planul de referință care trece prin punctul de racord la rețeaua exterioară a conductei de alimentare cu apă a rezervorului;

h_r - este suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de alimentare cu apă a rezervorului între punctul de racord și robinetul cu plutitor.

2.7.3.2 Dimensionarea conductei de preaplin și a conductei de golire a rezervorului de acumulare a apei reci

La rezervoarele de stocare a apei reci, preaplinul este alcătuit dintr-un vas de formă tronconică, prismatică etc., numit vasul de preaplin, racordat la o conductă de diametru D_0, având aria secțiunii transversale $A_0 = (\pi \cdot D_0^2)/4$ și o conductă orizontală (scurtă), prin care, excesul de apă provenit prin defectarea unui robinet cu plutitor, este evacuat la conducta de canalizare.

În intervalul de timp de funcționare t, preaplinul evacuează creșterea de volum ΔV de apă din rezervorul de stocare, rezultată pe seama debitului $\dot{V}_1$, al unui robinet cu plutitor defect, astfel că:

$$\Delta V = \dot{V}_1 \cdot t \qquad (2.7.14)$$

de unde:

Tabelul 2.7.4. Calculul analitic al volumului de compensare pentru consum menajer (exemplul de calcul 1).

Ora	Repartizarea zilnică a consumului		Consumul de apă		Debitul rețelei		$\Sigma\dot{V}_r - \Sigma\dot{V}_c$
	Orar [%]	Cumulat [%]	$\dot{V}_c$ [m³/h]	$\Sigma\dot{V}_c$ [m³/h]	$\dot{V}_r$ [m³/h]	$\Sigma\dot{V}_r$ [m³/h]	[m³]
1	2	3	4	5	6	7	8
0-1	-	-	-	-	44	44	44,0
1-2	-	-	-	-	44	88	88,0
2-3	-	-	-	-	44	132	132,0
3-4	-	-	-	-	44	176	176,0
4-5	-	-	-	-	44	220	220,0
5-6	2,9	2,9	30,3	30,3	44	264	233,7
6-7	6,6	9,5	69,0	99,3	44	308	208,7
7-8	5,5	15,0	57,5	156,8	44	352	195,3
8-9	5,0	20,0	52,3	209,0	44	396	187,0
9-10	4,5	24,5	47,0	256,0	44	440	184,0
10-11	4,8	29,3	50,2	306,2	44	484	177,8
11-12	5,1	34,4	53,3	359,5	44	528	168,5
12-13	5,6	40,0	58,5	418,0	44	572	154,0
13-14	5,2	45,2	54,3	472,3	44	616	143,7
14-15	4,9	50,1	51,2	523,5	44	660	136,5
15-16	5,0	55,1	52,3	575,8	44	704	128,2
16-17	5,1	60,2	53,3	629,1	44	748	118,9
17-18	5,3	65,5	55,4	684,5	44	792	107,5
18-19	5,8	71,3	60,6	745,1	44	836	90,9
19-20	6,3	77,6	65,8	810,9	44	880	69,1
20-21	6,7	84,3	70,0	880,9	44	924	43,1
21-22	7,6	91,9	79,4	960,4	44	968	7,6
22-23	6,2	98,1	64,8	1025,1	44	1012	-13,1
23-24	1,9	100,0	19,9	1045,0	44	1056	11,0

$V_{comp.}$ = 233,7 + 13,1 = 247,8 m³

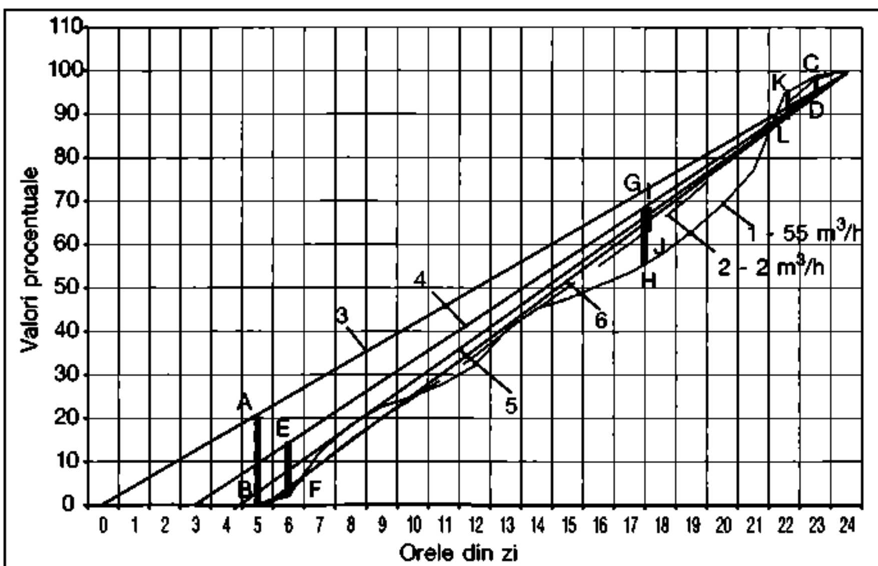


Fig. 2.7.5. Calculul grafic al volumului de compensare pentru consumul menajer

$$t = \frac{\Delta V}{\dot{V}_1} \qquad (2.7.15)$$

Practic, ΔV se determină cunoscând aria secțiunii transversale a rezervorului A_R și fixând denivelarea Δh a apei în rezervor $\Delta V = A_R \times \Delta h$, iar debitul $\dot{V}_1$ se determină cu relația 2.7.10 în care $\xi_r = 0$.

În continuare, se determină A_0 și diametrul:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4\,A_0}{\pi}}$$

Conducta de golire a rezervorului de acumulare a apei reci se dimensionează determinând, în prealabil, timpul de golire a rezervorului.

Pentru un rezervor cilindric circular drept, cu diametrul D prevăzut cu un orificiu de secțiune circulară de diametrul d, timpul t, în care nivelul scade de la H la h, este:

$$t = \frac{\pi D^2}{2\,\mu\,A_0\,\sqrt{2\,g}}\left(\sqrt{H} - \sqrt{h}\right) \quad [s] \; (2.7.16)$$

în care:

A_0 - este aria secțiunii transversale a orificiului de golire;

μ - coeficientul de debit al acestuia;

g - accelerația gravitațională.

Dacă se fixează o valoare a timpului t de golire a rezervorului, din relația 2.7.16 se calculează A_0 și apoi se deduce diametrul conductei de golire (egal cu diametrul orificiului de golire),

$$d = \sqrt{\frac{4\,A_0}{\pi}}$$

Se iau măsuri constructive pentru ca la descărcarea conductelor de preaplin și golire să nu se aducă prejudicii terenurilor și obiectivelor din zonă.

În cazul rezervoarelor de apă potabilă, nu se admite descărcarea conductelor de preaplin și direct golite în canalizări de ape uzate prevăzâd întreruperea conductelor și descărcarea în conducte cu pâlnie și sifon. Conductele de descărcare se prevăd la capetele aval cu sită cu ochiuri de 1 cm.

2.7.4. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se stabilește volumul rezervorului de acumulare pentru rețeaua de distribuție a apei reci dintr-un ansamblu de clădiri, la care alimentarea cu apă direct de la sursă pentru consum menajer, tehnologic și pentru stingerea incendiului nu este posibilă din punct de vedere tehnic.

Debitul maxim orar pentru consum menajer este 79,4 m³/h iar debitul mediu pe o durată de 19 ore pe zi este de 55 m³/h, debitul maxim orar necesar pentru consumul tehnologic este de 30 m³/h, debitul necesar pentru stingerea incendiului interior este de 5 l/s, debitul necesar pentru stingerea din exterior a incendiului este 15 l/s. Rezervorul este alimentat cu apă din rețeaua localității, care asigură în punctul de racord debitul de 44 m³/h, la presiunea de 1 bar. În caz de avarie se asigură un debit minim de alimentare cu apă a rezervorului de 26 m³/h.

Rețeaua de distribuție din ansamblul de clădiri asigură presiunea necesară hidranților exteriori de incendiu. Volumul de apă necesar a fi acumulat pentru compensarea consumului în scopuri tehnologice $V_{comp\,t}$ este de 150 m³.

În ansamblul de clădiri se ia în calcul un singur incendiu. Pentru măsurarea debitului de apă de consum se prevede pe conducta de alimentare a rezervorului un apometru montat în cămin de vizitare.

Rezolvare. Calculul analitic al volumului de compensare $V_{comp\,m}$ pentru consum menajer este redat în tabelul 2.7.4 din care rezultă: $V_{comp\,m}=233,7+13,1=247,8$ m³.

Calculul grafic al volumului de compensare pentru consumul de apă în scopuri menajere este prezentat în fig. 2.7.4, în care curba 1 reprezintă volumul de apă cumulat consumat pe durata de 19 h, iar curba 3, volumul de apă cumulat furnizat de sursă pe durata de timp de 24 ore. Volumul de compensare $V_{comp\,m}$ este egal cu suma valorilor absolute ale mărimilor segmentelor |AB| și |CD|, respectiv $V_{comp\,m}$=250,8 m³ foarte aproape de calculul analitic mai exact în care:

$V_{comp\,m}$ =247,8 m³.

Se calculează V_{inc} cu relația 2.7.5, în care: T_e=3 h; a=1; $\dot{V}_{s\,max\,orar}$=79,4 m³/h; n=1; $\dot{V}_{ie}$=15 l/s; T_i=10 min; $\dot{V}_{si}$=26 m³/h.

V_{inc}=3(1x79,4+3,6x1x15-26)+(5x600)/1000= =331 m³.

Se calculează volumul rezervei de avarie V_{av} cu relația (2.7.7), în care: T_{av}=4 h; $\dot{V}_{med\,orar}$=40 m³/h; $\dot{V}_a$=26 m³/h și rezultă V_{av}=4·(40-26)=56 m³.

Se calculează volumul total necesar al rezervorului de acumulare cu relațiile 2.7.1, respectiv 2.7.2 în care V_{den}=0 (întrucât volumul rezervorului este mai mic de 2000 m³):

$V_{rez} = V_{inc}+V_{comp} = 331+247,8+150 =$ $= 728,8$ m³;

$V_{rez} = V_{av}+V_{comp} = 56+331+150 =$ $= 537,0$ m³.

Se aleg două rezervoare de acumulare cuplate, având fiecare un volum de 500 m³.

Exemplul de calcul 2. Se dimensionează conducta de alimentare cu apă a rezervoarelor de acumulare din exemplul de calcul 1, cunoscând: debitul de apă asigurat în punctul de racord la rețeaua exterioară $\dot{V}$ = 44 m³/h; sarcina hidrodinamică disponibilă a apei în punctul de racord H_{disp}=100 kPa; H_g=2,30 m.

Rezolvare. Calculul hidraulic al conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor se efectuează cu nomograma din fig. 2.5.26, pentru $\dot{V}$=12,22 l/s din care rezultă: diametrul D_n=144,1x4,5 mm; i=295 Pa; v=1,49 m/s.

Se determină pierderile de sarcină liniare: $h_{ri} = i{\times}l = 295{\times}20 = 5900$ Pa, în care l=20 m este lungimea conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor.

Se calculează suma coeficienților de pierderi de sarcină locale $\Sigma\xi$, pe traseul conductei de alimentare cu apă a rezervoarelor:

5 coturi D_e 114,7 mm	5 x 1,0 = 5,0
5 vane cu sertar D_n 125 mm	5 x 0,3 = 1,5
1 teu de derivație	1 x 2,0 = 2,0
1 teu de bifurcație	1 x 2,0 = 2,0
1 intrare în distribuitor	1 x 1,0 = 1,0
1 ieșire din distribuitor	1 x 0,5 = 0,5
	Total 12,0

Folosind nomograma din fig. 2.4.70 se determină pierderile de sarcină locale h_{rl}= 14.000 Pa, în funcție de $\Sigma\xi$ și de viteza v în conducta de alimentare.

Pentru măsurarea debitului de apă preluat din rețeaua orășenească se prevede un contor cu elice simplu, având pierderea de sarcină locală h_{rlap}=5000 Pa.

Pierderile de sarcină locale totale h_{rlt}=14000+5000=19000 Pa.

Pierderea de sarcină totală h_r pe conducta de alimentare cu apă a rezervoarelor este:

h_r=5900+19000=24900 Pa=24,9 kPa.

Se calculează presiunea de utilizare la robinetele cu plutitor, cu relația 2.7.13:

H_{disp}= 100 kPa; H_g=2,3; m=22,56 kPa; h_r=23,15 kPa

H_u=100 – (22,56+24,9)=52,54 kPa

Se aleg n=4 robinete cu plutitor și din relația 2.7.11 rezultă debitul de apă al unui robinet cu plutitor $\dot{V}_1$=3 l/s, respectiv 10,8 m³/h.

Se calculează viteza v_1 a apei la ieșirea din robinetul cu plutitor cu relația 2.7.9 în care ξ_r=6,0 și rezultă v_1=3,87 m/s.

Diametrul robinetului cu plutitor se determină cu relația (2.7.12):

$$d_1 = \sqrt{\frac{10,8{\times}4}{3600{\times}3,14{\times}3,87}} = 0,0314 \; [m]$$

La diametrul interior al robinetului cu plutitor d_1=0,0314 m îi corespunde diametrul standardizat de 32 mm.

2.8. Instalații pentru ridicarea presiunii apei

2.8.1. Elemente de bază privind funcționarea pompelor în instalațiile hidraulice

În instalațiile hidraulice apare frecvent necesitatea ca apa să fie transportată de la un nivel energetic inferior la unul superior, de exemplu, de la energia disponibilă dintr-o conductă exterioară clădirii sau dintr-un rezervor la energia necesară pentru utilizarea apei la un anumit punct de consum.

Curgerea apei de la un nivel energetic dat, la unul superior, se poate realiza numai dacă se transmite apei o anumită energie necesară pentru ridicarea ei la înălțimea respectivă și pentru învingerea rezistențelor hidraulice întâmpinate la transportul prin conducte. Această energie este transmisă apei de către pompă care transformă energia mecanică dată de motorul de antrenare în energie hidraulică.

2.8.1.1 Clasificarea pompelor

Pompele sunt mașini hidraulice, din categoria generatoarelor hidraulice, care transformă energia mecanică E_m, primită la arbore în energie hidraulică E_h, în scopul vehiculării apei care primește energie utilă, conform relației:

$$E_h = \eta E_m \text{ [J]} \qquad (2.8.1)$$

în care η reprezintă randamentul de transformare sau randamentul pompei.

După principiul de funcționare, generatoarele hidraulice se clasifică (STAS 7215) în:

- Turbopompe, care pot fi:
  - centrifuge (monoetajate, bietajate, multietajate, în simplu sau dublu flux);
  - elicoidale (diagonale normale sau rapide, axiale normale etc.).
- Pompe volumetrice și anume:
  - cu piston (cu simplu sau dublu flux sau efect);
  - rotitoare (cu angrenaje, cu palete oscilante sau culisante, cu inel de lichid, cu pistoane rotative etc.);
  - ejectoare (elevatoare).
- Pompe speciale, de diferite tipuri pentru:
  - incendiu, cu antrenare prin transmisie cardanică de la motoarele autospecialelor de intervenție;
  - transportul substanțelor agresive chimic.

2.8.1.2 Curbele caracteristice la turație constantă, ale unei pompe centrifuge

Prin curbe caracteristice ale unei pompe centrifuge se înțeleg curbele de variație a înălțimii de pompare cu debitul pompei (caracteristica de sarcină a pompei) și a puterii și randamentului cu debitul pompei, la turație constantă.

Curbele caracteristice ale unei pompe centrifuge pot fi determinate teoretic sau trasate experimental la standul de probă, de către unitatea constructoare de pompe.

- **Curba caracteristică de sarcină a pompei**

Curba caracteristică de sarcină (energetică) a pompei H = H($\dot{V}$) se reprezintă grafic (fig. 2.8.1) în sistemul de coordonate având debitul $\dot{V}$ [m³/h] pe abscisă și înălțimea de pompare H [kPa], pe ordonată, printr-o parabolă cu concavitatea spre semiordonatele negative. La debit nul, $\dot{V} = 0$, se produce refulare de mers în gol și ordonata la origine este înălțimea de pompare H_0 (fig. 2.8.1). Apoi, curba atinge un maximum în punctul M, după care scade parabolic. Pompa are o funcționare stabilă la debite $\dot{V} > \dot{V}_M$ și instabilă la debite $\dot{V} < \dot{V}_M$. În zona instabilă se manifestă fenomenul de pompaj, caracterizat prin pendularea debitului, cu bătăi puternice în pompă și rețea, lovituri de berbec, variații ale cuplului solicitat de pompă de la motorul de antrenare etc. Pentru evitarea pompajului se iau o serie de măsuri ca: folosirea unor pompe cu caracteristici continuu descendente; montarea unei clapete de reținere la ieșirea apei din pompă etc. La unele tipuri de pompe centrifuge, punctul M este situat chiar pe axa ordonatelor, ceea ce duce la extinderea domeniului de folosire a pompei.

- **Curba caracteristică de putere**

Fiecare tip de pompă are trasată o curbă caracteristică de putere $P = P(\dot{V})$, care redă (fig. 2.8.1) puterea P [kW] absorbită de pompă la arborele său. Se observă că la o pompă centrifugă, puterea absorbită P crește pe măsură ce debitul $\dot{V}$ pompat crește.

Puterea utilă P_u transmisă apei de către pompă se determină cu relația:

$$P_u = \rho \dot{V} H \text{ [W]} \qquad (2.8.2)$$

în care:

ρ - este densitatea apei [kg/m³];
$\dot{V}$ - debitul pompei [m³/s];
H - înălțimea de pompare [Pa].

Puterea P absorbită de pompă, la arborele său, este mai mare decât puterea utilă P_u, întrucât include pierderile din interiorul pompei și se determină cu relația:

$$P = \frac{P_u}{\eta} = \frac{\rho \dot{V} H}{\eta} \text{ [W]} \qquad (2.8.3)$$

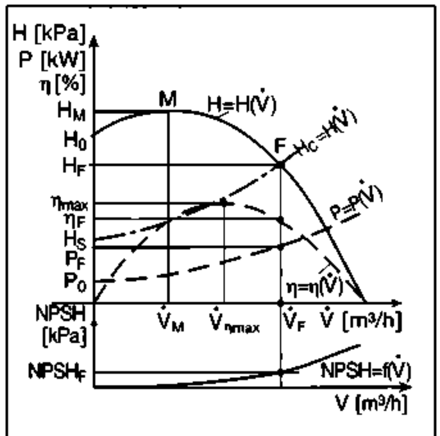


Fig. 2.8.1. Curbele caracteristice ale pompei, la turație constantă.

în care:

η - este randamentul pompei.

Puterea absorbită de grupul motor și transmisie, care formează agregatul de antrenare a pompei P_{ag}, se calculează cu relația:

$$P_{ag} = \frac{P_u}{\eta_{motor}\eta_{tr}} \text{ [W]} \qquad (2.8.4)$$

în care:

η_{motor} - este randamentul motorului;
η_{tr} - randamentul transmisiei mișcării de la arborele motorului electric de acționare la arborele pompei (la cuplaj elastic $\eta_{tr} \approx 1,0$; la transmise prin curele trapezoidale $\eta_{tr} \approx 0,90$).

Puterea instalată a motoarelor electrice de acționare se determină cu relația:

$$P_i = kP_{ag} \text{ [W]} \qquad (2.8.5)$$

în care:

k - este un coeficient de suprasarcină care ține seama de puterea suplimentară necesară învingerii cuplului de pornire a pompei și de variația puterii la variația parametrilor de funcționare ai pompei *(k=1,05...1,50)*.

- **Curba caracteristică de randament**

Randamentul unei pompe centrifuge η este definit ca raportul dintre puterea utilă P_u și puterea absorbită P:

$$\eta = \frac{P_u}{P} \qquad (2.8.6)$$

Curba caracteristică de randament (fig. 2.8.1) redă variația randamentului η al pompei centrifuge în funcție de debitul $\dot{V}$ pompat la turație constantă. Se constată că la o turație n dată, curba randamentului pompei are un maximum, η_{max}, realizat la un anumit debit $\dot{V}_{\eta max}$.

- **Similitudinea pompelor.** Diagrama universală (topograma) unei pompe centrifuge.

În condiții de exploatare se impune deseori ca pompele centrifuge să funcționeze pentru alte valori ale debitului $\dot{V}$ și înălțimii de pompare H, decât cele nominale. Aceasta duce în mod inevitabil la modificare celorlalți parametri caracteristici ai pompei. Teoretic, pentru precizarea modificării mărimilor hidraulice, la modificarea turației unei pompe date, se aplică următoarele relații de similitudine:

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \qquad (2.8.7)$$

în care s-au notat cu indicii 1 și 2 mărimile corespunzătoare turației n_1, respectiv n_2.

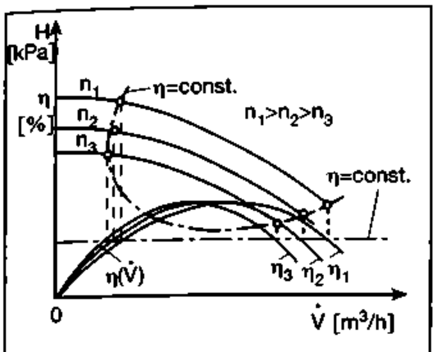


Fig. 2.8.2. Obținerea unei curbe de randament egal.

Relația 2.8.7 arată că în ipoteza în care se cunosc curbele caracteristice ale unei pompe la o turație dată, se pot obține, fără măsurători, caracteristicile la orice altă turație. În realitate, dependența dintre acești parametri este influențată de variația randamentului pompei, care în relațiile de mai sus s-a considerat constant. Se obișnuiește să se reprezinte curbele de funcționare ale unei pompe, la diferite turații, sub forma unei diagrame universale (topograma pompei centrifuge). Aceasta reprezintă dependențele $H=H(\dot{V})$ pentru diferitele turații, peste care s-au suprapus curbele de randament egal și au ca parametri diametrul rotorului D. Obținerea unei curbe de randament egal este arătată în fig. 2.8.2. Se alege o valoare η=constant, iar punctele de intersecție corespunzătoare între dreapta η=constant și curbele $\eta=\eta(\dot{V})$ pentru diferite turații se proiectează pe curbele $H=H(\dot{V})$ de aceeași turație. Unind punctele astfel obținute, rezultă o curbă de randament egal. În zona cuprinsă în interiorul curbei η=constant, randamentele au valori mai ridicate decât valoarea acceptată. În mod analog se construiesc curbele de randament egal și pentru alte valori ale lui η.

• **Caracteristicile nominale ale unei pompe centrifuge**

Valorile debitului $\dot{V}$ [m³/s], ale înălțimii de pompare H [kPa] și ale puterii P [kW], corespunzătoare randamentului maxim η_{max}, la turația n pentru care a fost proiectată și executată pompa, numită turație nominală, se numesc caracteristicile nominale ale pompei centrifuge și sunt înscrise pe o plăcuță indicatoare fixată pe corpul pompei.

Caracteristicile nominale ale pompelor centrifuge sunt redate în cataloagele de pompe ale firmelor constructoare.

2.8.1.3 Calculul înălțimii de pompare a apei

În fig. 2.8.3 este redată o instalație de pompare care aspiră apa dintr-un rezervor inferior R_1 închis, în care deasupra apei se află aer comprimat la presiunea p_i și o refulează într-un rezervor superior R_2, de asemenea închis, în care deasupra apei se află aer comprimat la presiunea p_e.

Transportul apei se realizează printr-o conductă de pompare, care are două tronsoane distincte: conducta de aspirație, de la rezervorul R_1 la pompă și conducta de refulare, de la pompă la rezervorul R_2.

Instalația de pompare a apei este un sistem hidraulic cuprins între secțiunile de intrare (i) și de ieșire (e) în care energiile specifice corespunzătoare ale apei sunt:

$$H_i = z_i + \frac{p_i}{\rho g} + \frac{\alpha_i v_i^2}{2g} \tag{2.8.8}$$

$$H_e = z_e + \frac{p_e}{\rho g} + \frac{\alpha_e v_e^2}{2g} \tag{2.8.9}$$

Pentru transportul debitului $\dot{V}$ de la o cotă energetică mai joasă H_i, din secțiunea de intrare (i), la o cotă energetică mai ridicată H_e, în secțiunea de ieșire (e), trebuie ca apa să primească o energie specifică H_p, numită înălțime de pompare a instalației, care se determină din legea (bilanțul) energiilor:

$$H_i + H_p = H_e + h_a + h_r \tag{2.8.10}$$

unde:

h_a și h_r - sunt pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe conductele de aspirație, h_a, respectiv de refulare, h_r.

Din relațiile 2.8.8, 2.8.9 și 2.8.10 se deduce:

$$H_p = H_e - H_i + h_a + h_r = z_e - z_i + \frac{p_e - p_i}{\rho g} + \frac{\alpha_e v_e^2 - \alpha_i v_i^2}{2g} + h_a + h_r \tag{2.8.11}$$

și se notează (fig. 2.8.3):

$H_g = z_e - z_i$ înălțimea geodezică de pompare a apei;

$H_s = H_g + \dfrac{p_e - p_i}{\rho g}$ înălțimea statică;

$M\dot{V}^2 = h_a + h_r$ pierderile totale de sarcină pe conductele de aspirație și de refulare a apei;

$$M^*\dot{V}^2 = \frac{\alpha_e v_e^2 - \alpha_i v_i^2}{2g} + M\dot{V}^2$$

unde:

M^* - este modulul total de rezistență hidraulică ce include în pierderile de sarcină și termenii cinetici din secțiunile de intrare (i) și de ieșire (e) ale conductei de pompare a apei.

Cu notațiile de mai sus, înălțimea de pompare se exprimă prin relația:

$$H_p = H_s + M^*\dot{V}^2 \tag{2.8.12}$$

care, reprezentată grafic în sistemul de coordonate cu debite $\dot{V}$, pe abscisă și înălțimi de pompare a apei, H, pe ordonată (fig. 2.8.1), este o parabolă cu concavitatea spre semiordonatele pozitive și având ordonata la origine H_s (pentru $\dot{V}$=0). Această parabolă se numește curba caracteristică a conductei de pompare (caracteristica instalației sau caracteristica exterioară) și se notează :

$H_c = H_p = H_s + M^*\dot{V}^2$

Dacă rezervoarele R_1 și R_2 sunt deschise, adică în legătură cu atmosfera (rezervoare cu nivel liber), $p_i = p_e = p_{at} = 0$ (în scara manometrică), p_{at} fiind presiunea atmosferică și rezultă:

$H_s = H_g$ și $H_e = H_g + M^*\dot{V}^2$ 2.8.13

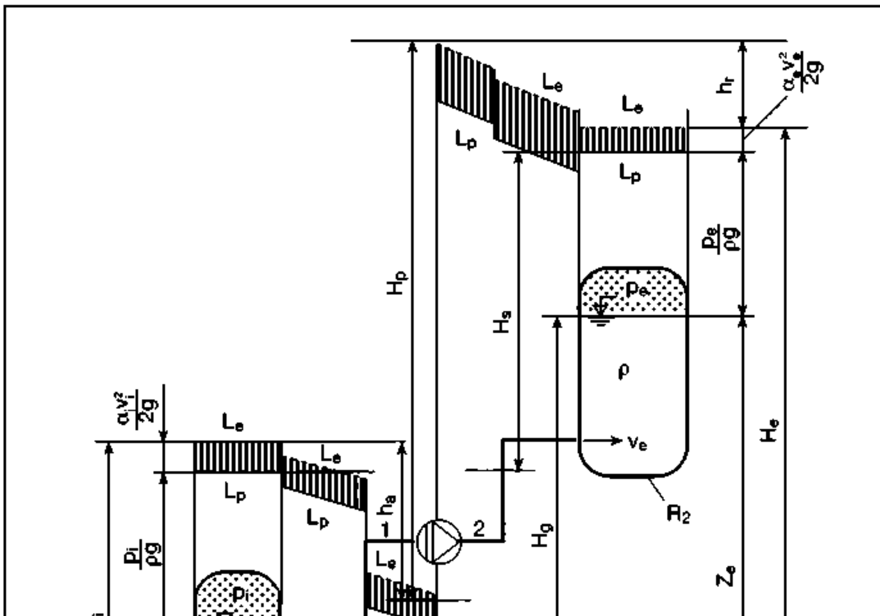


Fig. 2.8.3. Schema de calcul pentru determinarea înălțimii de pompare a apei.

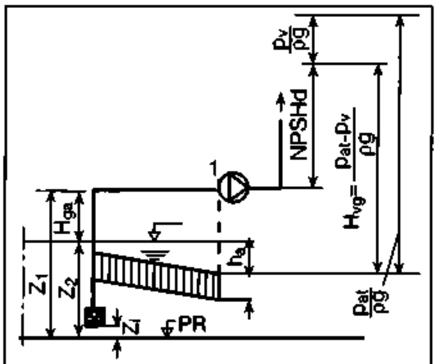


Fig. 2.8.4. Schema de calcul pentru stabilirea înălțimii geodezice maxime de aspirație a apei în pompă (bazin de aspirație cu nivel liber).

2.8.1.4 Determinarea punctului de funcționare a instalației de pompare. Energia specifică de pompare a apei

Dacă se reprezintă pe același grafic în coordonate ($\dot{V}$, H), atât curba caracteristică de sarcină a pompei, cât și curba caracteristică a rețelei de pompare, ca în fig. (2.8.1), punctul de funcționare F al instalației de pompare se obține la intersecția celor două curbe. Coordonatele punctului de funcționare F sunt: $\dot{V}_F=\dot{V}_p$ și $H_F=H_p=H_c$. Corespunzător punctului F, deci debitului $\dot{V}_F$, rezultă randamentul η_F, puterea P_F și $NPSH_F$ cum se arată în fig. 2.8.1.

Agregatul de pompare solicită de la rețea, prin motorul electric de acționare, o putere P_F^* mai mare decât puterea P_F corespunzătoare punctului de funcționare F dat fiind randamentul de funcționare al motorului electric η_{me}.

$$P_F^* = \frac{P_F}{\eta_{me}} = \frac{\rho\, \dot{V}_F\, H_F}{\eta_{me}\, \eta_F} \quad (2.8.14)$$

Energia specifică e_H este energia consumată pentru pomparea unei unități de debit $\dot{V}$, la înălțimea de pompare H.

Dacă se raportează puterea electrică consumată de motor la debitul pompat de agregat rezultă consumul de putere pentru pomparea unei unități de debit la o sarcină de pompare H; exprimând acest raport pentru t=1 h rezultă energia specifică e_H [kWh/m³]:

$$e_H = \frac{P_F^*}{\dot{V}_F} = \frac{\dot{V}_F H_F}{\eta_{me}\eta_{P_F}\dot{V}_F} = k\frac{H_F}{\eta_{me}\eta_{P_F}};$$

$$e_H = k\frac{H_g}{\eta_{me}\eta_{P_F}\eta_{he}} \text{ [kWh/m}^3\text{]} \quad (2.8.15)$$

în care, $\dot{V}$[m³/s] se obține:

$$k = \frac{1}{3600} = 0{,}0002777$$

iar H se exprimă în kPa.

În exploatare este util să se exprime energia specifică unitară, care reprezintă consumul de energie pentru unitatea de volum apă pompată la sarcină H = 1 mH_2O.

$$e_u = \frac{e_H}{H_F} = \frac{K}{\eta_{me}\eta_{P_F}} \text{ [kWh/m}^3\cdot\text{m]} \quad (2.8.16)$$

Deoarece raportul

$\frac{H_g}{H_F}=\eta_{he}$ reprezintă randamentul hidraulic al rețelei, se poate exprima e_u^* ca energie specifică a instalației pentru o înălțime geodezică dată:

$$e_u^* = \frac{e_H}{H_g} = \frac{k}{\eta_{he}\eta_{me}\eta_{P_F}} \text{ [kWh/m}^3\cdot\text{m]} \quad (2.8.17)$$

Rezultă din relația 2.8.17 că energia specifică e_u^* reprezintă inversul randamentului total al instalației și este cu atât mai mică cu cât η_{PF}, η_{he}, η_{me} au valori mai ridicate.

Această mărime poate fi folosită ca indice de comparație a consumurilor de energie aferente instalațiilor de pompare cu parametri funcționali diferiți.

2.8.1.5 Calculul înălțimii geodezice de aspirație. Cavitația pompelor

În secțiunea 1 (fig. 2.8.4) la intrarea apei in pompă, presiunea p_1 nu trebuie să scadă sub valoarea presiunii de vaporizare p_v (în scară absolută) a apei la temperatura de lucru. De exemplu, la temperatura de 20 °C apa are presiunea de vaporizare p_v=2338 Pa față de valoarea presiunii atmosferice p_{at}=101325 Pa. Deci, trebuie ca $p_1 > p_v$. Dacă $p_1 < p_v$, în pompă apare fenomenul de cavitație, care constă în apariția bulelor de vapori și gaze care, ulterior, o dată cu creșterea presiunii, se reintegrează în masa de apă. Particulele de apă din jurul bulelor de vapori sunt mult accelerate și acționează asupra discurilor și paletelor rotorului pompei cu șocuri de sute de atmosfere, provocând erodarea și chiar distrugerea acestora. Apariția cavitației la pompă este recunoscută și după zgomotele și vibrațiile care se produc și care contribuie la distrugerea pompei. Fenomenul de cavitație poate fi înlăturat dacă se iau măsuri de evitare a cauzelor care îl produc. Aceste cauze sunt:

- înălțime geodezică mare de aspirație H_{ga}, adică diferențe mari de nivel între axul pompei și nivelul apei din bazinul de aspirație (fig. 2.8.4): $H_{ga} = z_1 - z_2$;
- pierdere totală de sarcină mare pe conducta de aspirație, $h_a = M_a\ \dot{V}^2$, datorată fie creșterii debitului $\dot{V}$, fie apariției unei pierderi locale de sarcină mare, ca de exemplu, înfundarea sorbului pompei, deci creșterea modulului de rezistență hidraulică M_a;
- creșterea temperaturii apei, care duce la creșterea temperaturii de vaporizare și, în consecință, a presiunii de vaporizare a apei la temperatura respectivă (de exemplu, la temperatura de 95 °C, presiunea de vaporizare a apei este p_a = 84550 Pa (tab. 2.8.1);

Tabelul 2.8.1. Presiunea de vaporizare a apei la diferite temperaturi

Temperatura θ [°C]	Presiunea de vaporizare [Pa]
1	658
3	757
5	872
10	1227
15	1705
20	2338
25	3168
30	4493
35	5624
40	7377
45	9585
50	12340
55	15750
60	19920
65	25020
70	31180
75	38560
80	47370
85	57820
90	70130
95	84550
100	101360

- concentrație mare de gaze dizolvate în apă;
- funcționarea pompei cu debit mare la înălțime de pompare mică.

Înălțimea vacuumetrică de aspirație a apei în pompă are expresia:

$$H_v = \frac{p_{at} - p_1}{\rho g} \quad (2.8.18)$$

și la limită, când $p_1 = p_v$, se obține înălțimea vacuumetrică de aspirație admisibilă H_{va}:

$$H_{va} = \frac{p_{at} - p_v}{\rho g} \quad (2.8.19)$$

care are o caracteristică a pompei și valoarea ei se dă în cataloagele de pompe.

La un debit dat $\dot{V}$, rezultă o înălțime geodezică maximă la aspirația apei în pompă:

$$H_{ga_{max}} \le H_{va} - \left(h_a + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}\right) \quad (2.8.20)$$

în care:

v_1 - este viteza medie în secțiunea 1 la intrarea în pompă.

Prin STAS 7215 se definesc următoarele înălțimi de aspirație:

- înălțimea netă absolută la aspirație $NPSH_1$ (Net Positive Suction Head), ca înălțimea totală absolută netă (micșorată cu înălțimea potențială a vaporilor lichidului pompat) la intrarea în pompă și raportată la planul de referință al pompei (fig. 2.8.4):

$$NPSH_1 = H_1 + \frac{p_{at}}{\rho g} - \frac{p_v}{\rho g} - z_1 = \frac{p_{at} - p_v}{\rho g} + \frac{p_1}{\rho g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \quad (2.8.21)$$

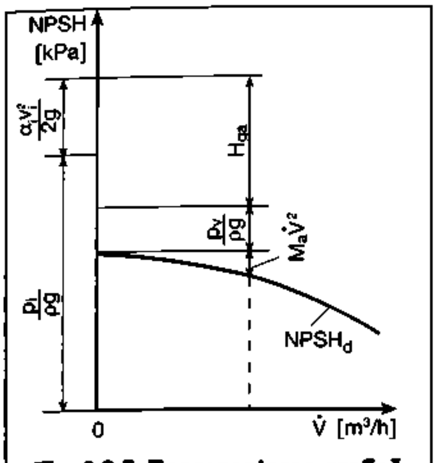


Fig. 2.8.5. Reprezentarea grafică a NPSHd.

unde:

p_v - este presiunea de vaporizare (în scară absolută) a lichidului la temperatura de lucru;

- înălțimea totală netă la aspirație *NPSH*, ca valoarea minimă a înălțimii totale absolute nete (micșorată cu înălțimea potențială a vaporilor lichidului) la intrarea în pompă, raportată la planul de referință al pompei, necesară funcționării pompei fără cavitație:

$NPSH = f(\dot{V})$ (2.8.22)

În general, se consideră $NPSH_i = NPSH_d$ (disponibil) și $NPSH = NPSH_{nec}$ (valoare necesară, dată de constructorul pompei) și pentru evitarea apariției fenomenului de cavitație este necesar ca:

$NPSH_d \geq NPSH_{nec}$ (2.8.23)

Cu alte cuvinte, apa are în secțiunea de intrare *i* o anumită energie specifică, din care o parte h_a se consumă pentru învingerea rezistențelor hidraulice liniare și locale pe conducta de aspirație, rămânându-i o energie specifică $NPSH_d$ care poate să îi ajungă sau nu pentru evitarea fenomenului de cavitație. În secțiunea 1 la intrarea în pompă, apa trebuie să rămână cu energia specifică $NPSH_{nec}$ astfel încât, pentru evitarea cavitației, trebuie să fie realizată condiția din relația 2.8.23.

Referindu-ne la schema de calcul din fig. 2.8.4 și aplicând ecuația energiilor între secțiunile de intrare în instalație i și racordul de aspirație 1 al pompei, cu presiuni absolute, se obține:

$$NPSH_d = \frac{p_i - p_v}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - H_{ga} - M_a \dot{V}^2 \quad (2.8.24)$$

a cărei reprezentare grafică este redată în fig. 2.8.5.

La limita apariției cavitației, când $NPSH_d = NPSH_{nec}$, se obține înălțimea geodezică maximă la aspirația apei în pompă, $H_{ga_{max}}$:

$$H_{ga_{max}} = \frac{p_{at} - p_v}{\rho g} - h_a - NPSH_{nec} \quad (2.8.25)$$

În fig. 2.8.6 se arată modul de determinare a punctului de funcționare cavitațional C, care este punctul de intersecție al curbelor $NPSH_{nec}$ (dată de constructorul pompei) și $NPSH_d$ dată de relația 2.8.24. Pompa funcționează normal dacă $NPSH_d > NPSH_{nec}$, debitul punctului de funcționare al instalației de pompare a apei fiind $\dot{V}_F < \dot{V}_{lim}$ (fig. 2.8.6), în care $\dot{V}_{lim}$ este abscisa punctului de funcționare cavitațional, și funcționează în cavitație dacă $NPSH_d < NPSH_{nec}$, când $\dot{V}_{F1} > \dot{V}_{lim}$. La limita apariției fenomenului de cavitație, $NPSH_d = NPSH_{nec}$ și $\dot{V}_{F2} = \dot{V}_{lim}$.

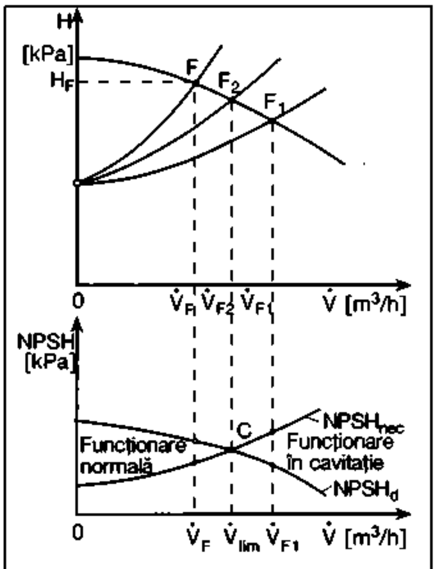


Fig. 2.8.6. Determinarea punctului de funcționare cavitațional.

În practică, se recomandă ca înălțimea geodezică de aspirație a pompei să nu depășească 7…8 m, pentru a evita intrarea pompei în cavitație. Dacă înălțimea geodezică de aspirație este mai mare de 7…8 m, pe lângă pericolul apariției cavitației se produce și dezamorsarea pompei, adică golirea parțială sau totală de apă a rotorului pompei și conductei de aspirație. Pentru a evita dezamorsarea pompei se folosește sorbul cu clapetă de reținere sau, dacă este posibil, pompa se montează înecat, având cota axului pompei sub cota nivelului apei din bazinul de aspirație.

2.8.1.6 Funcționarea pompelor cuplate

Cuplarea a 2 sau mai multe pompe este des utilizată în practică, fie pentru a spori debitul sau presiunea într-o instalație existentă, fie pentru o mai suplă utilizare a capacității de pompare, în funcție de debitele și presiunile variabile ale consumatorilor de pe rețea.

Deși alegerea unui agregat de pompare potrivit unei rețele nu prezintă dificultăți deosebite, existând un număr mare de pompe disponibile, apar uneori și situații în care, pentru obținerea unor parametri optimi, soluția cuplării constituie cea mai bună rezolvare.

În principiu, există 2 moduri de cuplare a pompelor și anume în paralel și în serie (fig.2.8.7). Dacă sunt mai mult de 2

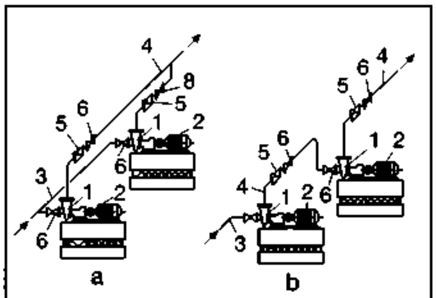


Fig. 2.8.7. Cuplarea pompelor:
a - în paralel; b - în serie;
1 - pompă; 2 - motor electric de acționare a pompei; 3 - conductă de aspirație; 4 - conductă de refulare; 5 - clapetă de reținere; 6 - robinet de închidere.

pompe, cuplarea se poate face și în serie–paralel sau paralel–serie, acestea fiind montaje destul de complexe, dar care permit o apreciabilă suplețe a grupului de pompare.

• **Cuplarea în paralel** a 2 sau mai multe pompe are drept scop principal mărirea debitului trimis pe o rețea. Din schema de montare (fig. 2.8.7) se observă că, în timpul cuplării, sarcina cuplajului H_c este aceeași cu sarcinile celor două pompe $H_c = H_1 = H_2$, iar debitul obținut prin montare este:

$\dot{V}_c = \dot{V}_1 + \dot{V}_2$ (prima condiție este o consecință a autoechilibrării sistemului pompe - rețea, a doua - a legii de continuitate a masei aplicată fluidului in mișcare). Analiza comportării cuplajului se face grafic, cu ajutorul caracteristicilor interioare ale pompelor și există 2 tipuri de cuplare și anume: pompe identice și pompe diferite.

Graficul cuplării a 2 pompe identice în paralel este reprezentat în fig. 2.8.8. Cele două pompe vor avea aceeași caracteristică interioară ($C_1 \equiv C_2$), iar caracteristica cuplajului se obține prin însumarea debitelor corespunzătoare la diferite sarcini (curba $C_1 + C_2$, obținută prin dublarea absciselor curbei de sarcină a unei singure pompe). În consecință ansamblul de pompe se comportă ca și

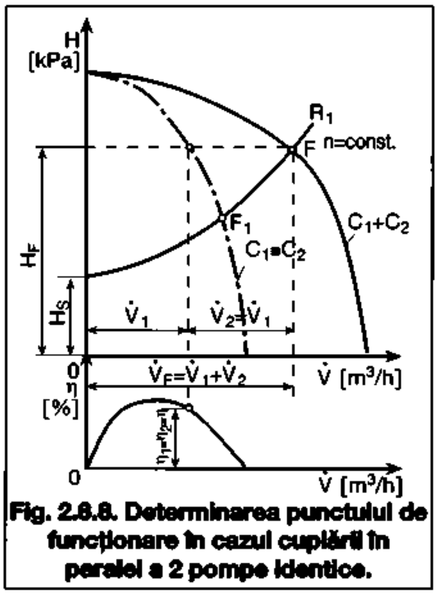


Fig. 2.8.8. Determinarea punctului de funcționare în cazul cuplării în paralel a 2 pompe identice.

cum pe rețea ar funcționa o pompă unică având caracteristica de sarcină C_1+C_2.

Dacă cuplarea pompelor se face la o rețea, cu caracteristica cunoscută R_1, atunci F_1 este punctul de funcționare a unei singure pompe independente pe rețea și F cel al cuplajului (parametrii de lucru H_F și $\dot{V}_F$).

Rezultatele obținute prin cuplare sunt direct determinate de forma caracteristicii rețelei deservite de cuplaj. Din fig. 2.8.9 rezultă că la o rețea de tipul R_2 sporul de debit $\dot{V}_2$ este mai mic decât $\Delta\dot{V}_1$ ce corespunde unei rețele de tipul R_1. Deci, creșterea debitului livrat unei rețele prin cuplarea în paralel a 2 pompe devine rentabilă când caracteristică exterioară a rețelei este de tip lent R_1, adică rețeaua dispune de rezistențe locale mici și de pierderi specifice liniare reduse. În același timp, orice cuplaj în paralel conduce și la o sporire a sarcinii, definită și ea de forma caracteristicii rețelei.

Se definește drept randament al cuplajului paralel η_{cp} raportul dintre puterea utilă a cuplajului (corespunzător debitului $\dot{V}_F$ și sarcinii H_F) și puterea consumată de cele 2 pompe:

$$\eta_{cp}=\frac{\rho g\dot{V}_F H_F}{P_1+P_2} \tag{2.8.26}$$

În timpul cuplajului, debitele celor două pompe sunt egale, $\dot{V}_1=\dot{V}_2=\dot{V}_F/2$ și, de asemenea, randamentele sunt egale $\eta_1=\eta_2=\eta$ și rezultă:

$$P_1=P_2=\frac{1}{2}\frac{\rho g\dot{V}_F H_F}{\eta} \tag{2.8.27}$$

astfel că, randamentul cuplajului paralel devine:

$$\eta_{cp}=\frac{\rho g\dot{V}_F H_F}{\frac{1}{2}\frac{\rho g\dot{V}_F H_F}{\eta}+\frac{1}{2}\frac{\rho g\dot{V}_F H_F}{\eta}}=\eta \tag{2.8.28}$$

Așadar, la cuplarea în paralel a 2 pompe identice, randamentul cuplajului este egal cu randamentul total al tipului de pompă folosit, corespunzător punctului de funcționare F.

În cazul cuplării în paralel a 2 pompe având caracteristici interioare diferite $C_1\neq C_2$, caracteristica cuplajului se obține în mod asemănător, prin însumarea debitelor celor 2 pompe la sarcină constantă ($H_F=H_1=H_2$ și $\dot{V}_F=\dot{V}_1+\dot{V}_2$). Din diagrama cuplajului (fig.2.8.10) rezultă că pentru anumite zone (deasupra sarcinii maxime a pompei celei mai mici – punctul K), caracteristica cuplajului este situată sub caracteristica pompei mai mari. Această situație este o consecință a faptului că, pentru sarcini ale cuplajului $H_F>H_{critic}=H_K$, pompa mai slabă C_1 funcționează pe caracteristica de frânare și apar întoarceri de fluid prin ea. În consecință, cuplajul este rațional numai pentru rețelele ale căror caracteristici întretaie caracteristica cuplajului pe ramura K_F, adică pentru sarcini $H_F<H_{critic}$; în caz contrar, punctul de funcționare se va situa între caracteristicile celor 2 pompe (F'), ceea ce înseamnă că debitul livrat este mai mic chiar decât cel al unei singure pompe ce ar lucra separat pe rețea.

Randamentul cuplajului se determină în mod asemănător ducându-se o paralelă la nivelul sarcinii H_F a cuplajului; F_1 și F_2 vor reprezenta punctele de funcționare ale celor 2 pompe în timpul cuplajului și reportarea acestora va conduce la cunoașterea randamentelor corespunzătoare. În acest fel, randamentul cuplării în paralel a 2 pompe diferite va fi:

$$\eta_{cp}=\frac{\rho g\dot{V}_F H_F}{\frac{\rho g\dot{V}_1 H_F}{\eta_1}+\frac{\rho g\dot{V}_2 H_F}{\eta_2}}=\frac{\dot{V}_F}{\frac{\dot{V}_1}{\eta_1}+\frac{\dot{V}_2}{\eta_2}} \tag{2.8.29}$$

În concluzie, 2 pompe cuplate în paralel se comportă ca și cum ar exista o singură pompă având caracteristica C_1+C_2 și aici pot apărea fenomene de funcționare labilă, pompaj etc., dacă se realizează condițiile specifice apariției acestora. Caracteristica cuplajului va reflecta particularitățile fiecărui participant la cuplaj.

Dacă există mai mult de 2 agregate în cuplaj, procedeul de lucru este același, adică se însumează debitele tuturor pompelor la aceleași înălțimi de pompare și se obține o caracteristică rezultantă a cuplajului.

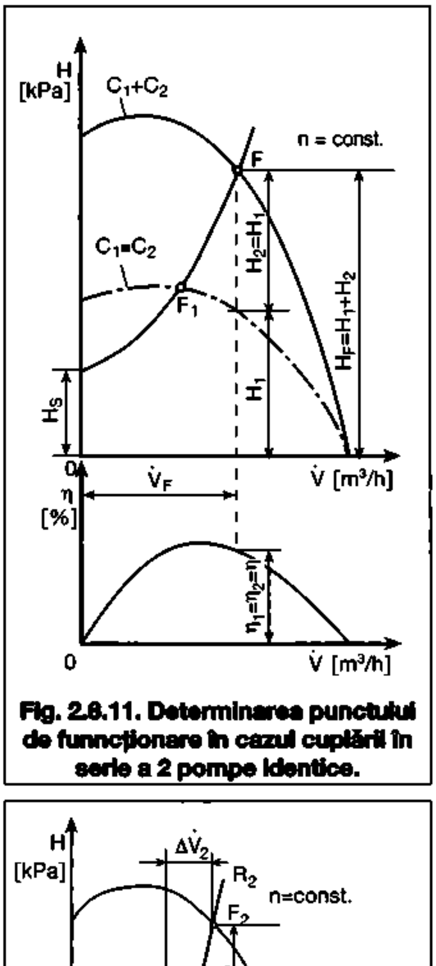


Fig. 2.8.11. Determinarea punctului de funcționare în cazul cuplării în serie a 2 pompe identice.

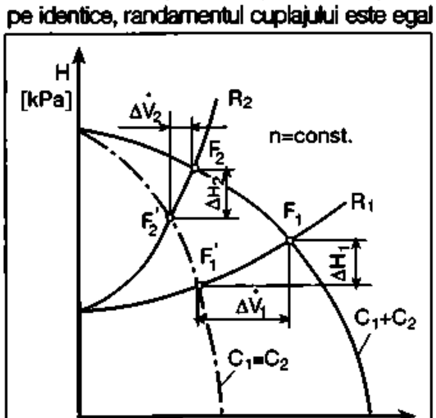


Fig. 2.8.9. Analiza funcționării în cuplaj paralel a 2 pompe identice.

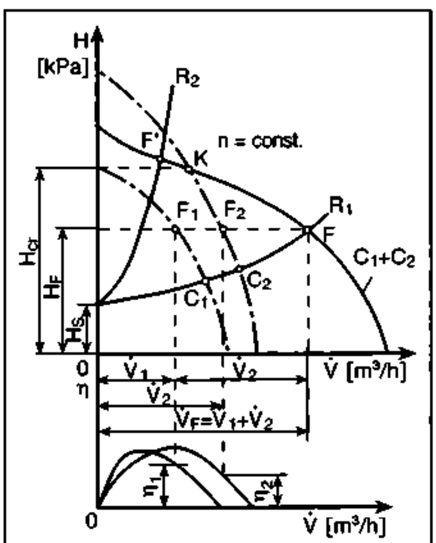


Fig. 2.8.10. Determinarea punctului de funcționare în cazul cuplării în paralel a 2 pompe identice.



Fig. 2.8.12. Analiza funcționării în cuplaj serie a 2 pompe identice.

• **Cuplarea în serie.** De regulă, cuplarea în serie a pompelor se adoptă cu scopul de a mări înălțimea de pompare a apei debitată de ansamblu. Pompele fiind montate în serie (fig.2.8.7), debitul care trece prin pompe este același ($\dot{V}_F=\dot{V}_1=\dot{V}_2$), iar sarcina cuplajului este egală cu suma sarcinilor produse de fiecare pompă în parte ($H_F=H_1+H_2$). Se pot realiza cuplaje în serie cu pompe identice sau cu pompe diferite.

În cazul cuplării în serie a 2 pompe identice (fig. 2.8.11) caracteristica cuplajului se obține însumând ordonatele (înălțimile de pompare) în dreptul acelorași abscise (debite). Eficacitatea cuplajului în serie depinde de forma caracteristicii rețelei, după cum se arată în fig. 2.8.12, rețele de tipul R_2 conducând la creșteri ale înălțimii de pompare $\Delta H_2>\Delta H_1$, față de rețele de tipul R_1. Pentru a calcula randamentul cuplării în serie η_{cs}, se ține seama că:

$\dot{V}_1=\dot{V}_2=\dot{V}_F$; $H_F=H_1+H_2=2H_1=2H_2$ și $\eta_1=\eta_2=\eta$ și se obține:

$$\eta_{cs}=\frac{\rho g \dot{V}_F H_F}{P_1+P_2}=\frac{\rho g \dot{V}_F H_F}{\dfrac{\rho g \dot{V}_1 H_1}{\eta_1}+\dfrac{\rho g \dot{V}_2 H_2}{\eta_2}} \qquad (2.8.30)$$

Cuplarea în serie a 2 pompe diferite este reprezentată în fig. 2.8.13. Construcția caracteristicii cuplajului se face după aceleași principii, adică însumarea sarcinilor corespunzătoare la diferite debite ($H_F=H_1+H_2$ și $\dot{V}_F=\dot{V}_1=\dot{V}_2$). De asemenea, și aici apare un punct critic K determinat de un debit $\dot{V}_{cr}$ și care marchează începutul unei zone unde rezultatul cuplajului este nerațional, deoarece sarcina obținută prin cuplaj este mai mică decât cea furnizată de o singură pompă ce ar lucra independent pe rețea. În această zonă, o parte din sarcina furnizată de pompa mai puternică este folosită pentru a compensa funcționarea celeilalte pompe pe ramura negativă a curbei de sarcină, în domeniul debitelor mai mari decât debitul de sarcină nulă $\dot{V}_{max(H=0)}$.

Randamentul cuplajului este:

$$\eta_{cs}=\frac{\rho g \dot{V}_F H_F}{\dfrac{\rho g \dot{V}_1 H_1}{\eta_1}+\dfrac{\rho g \dot{V}_2 H_2}{\eta_2}}=\frac{H_F}{\dfrac{H_1}{\eta_1}+\dfrac{H_2}{\eta_2}} \qquad (2.8.31)$$

și depinde, prin urmare, de poziția punctului de funcționare a cuplajului și de randamentele corespunzătoare ale celor 2 pompe.

Cuplarea în serie se poate efectua și cu mai mult de 2 pompe, modul de tratare a operației fiind asemănător, adică însumarea ordonatelor în dreptul acelorași abscise. O aplicație a utilizării acestui gen de cuplaj o constituie pompele cu mai multe etaje, la care rotoarele înseriate au fiecare o caracteristică interioară specifică, iar caracteristica agregatului rezultă din însumarea acestora după procedeul menționat mai sus.

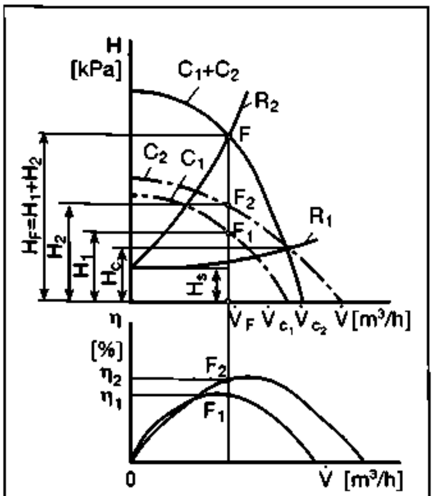


Fig. 2.8.13. Determinarea punctului de funcționare în cazul cuplării în serie a 2 pompe diferite.

2.8.1.7 Reglarea pompelor

În timpul exploatării instalației de pompare poate să apară necesitatea ca debitul $\dot{V}_p$ și înălțimea de pompare H_p să varieze între anumite limite, față de valorile corespunzătoare punctului de funcționare al instalației. Procedeele prin care se pot modifica, temporar sau permanent, debitul și înălțimea de pompare constituie reglarea pompei.

Reglarea permanentă constă, de regulă, în modificarea dimensiunilor constructive ale rotorului, ca de exemplu: micșorarea diametrului prin strunjire; modificarea unghiului paletelor etc. Reglarea permanentă se efectuează numai atunci când pompa nu corespunde integral sistemului hidraulic.

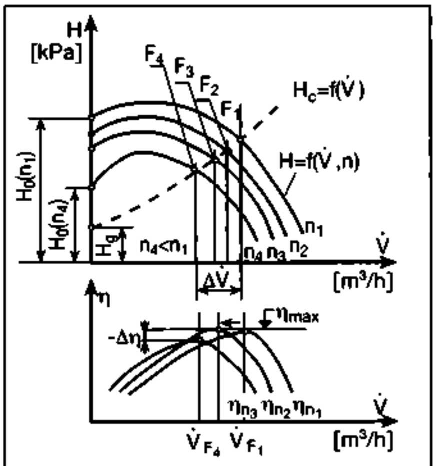


Fig. 2.8.14. Modificarea debitului pompat la funcționarea în rețea a unei pompe centrifuge cu turație n = variabilă.

Reglarea temporară este aplicată frecvent în exploatarea instalației de pompare și poate fi realizată prin:

- modificarea turației rotorului pompei, care este cel mai economic procedeu de reglare, însă necesită motoare electrice de curent continuu, reductoare de turație etc., ceea ce este mai dificil de realizat;
- modificarea rezistenței hidraulice a instalației, folosind armături (robinete) de obturare (închidere) și reglare;
- descărcarea unei părți din debitul de apă refulat de pompă în bazinul de aspirație;
- cuplarea pompelor în paralel sau în serie.

În practică, sistemele de reglare a instalațiilor de pompare se realizează cu aparatură de automatizare, de măsură, siguranță și control, astfel încât agregatul de pompare să satisfacă parametrii ceruți.

• *Reglarea pompelor prin variația turației*

Prin modificarea turației pompei de la n_1 la n_4, cu $n_4<n_3<n_2<n_1$ (fig. 2.8.14) se obțin debitele $\dot{V}_{F4}<\dot{V}_{F3}<\dot{V}_{F2}<\dot{V}_{F1}$.

Dacă se consideră $n_1=n_{opt}$, atunci prin micșorarea turației pompei în limite restrânse (n_1/n_2) = 0,8, se păstrează valoarea randamentului maxim deplasându-l către $\dot{V}<\dot{V}_{F1}$. Modificarea turației în limite mai accentuate (de exemplu, în n_4) duce la scăderea randamentului cu $\Delta\eta$. Din această cauză modificarea turației trebuie să fie în limitele pentru care $\Delta\eta$ este acceptabil. Dependența între valorile $\dot{V}_1$, H_1, P_1, la turația n_1 și $\dot{V}_x$, H_x, P_x, la $n_x<n_1$ se stabilește folosind relațiile de similitudine 2.8.7. Aceste relații reprezintă, teoretic, dependența între valorile caracteristice și turație. În realitate, la modificarea turației, apar o serie de fenomene complexe, care nu pot fi cuprinse în formule cu caracter

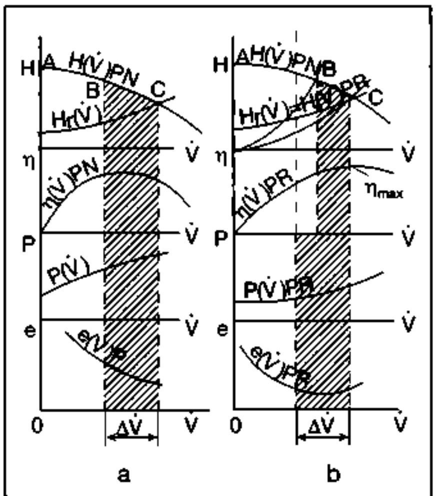


Fig. 2.8.15. Alegerea domeniului de debit $\Delta\dot{V}$ în funcție de energia specifică, e_H, de pompare a apei:
a - în cazul turbopompelor nereglabile;
b - în cazul turbopompelor reglabile.

general și, în practică, se pot utiliza numai într-un domeniu restrâns și anume, pentru scăderi cu 25 % a turației, până la creșteri cu 10 %, domeniu în care randamentul pompei rămâne practic constant.

Principalii indici care definesc calitatea reglării de turație sunt:

- domeniul Δn de reglare a turației, definit ca raportul dintre turația minimă n_{min} și turația maximă n_{max} care se pot obține prin metoda de reglare aplicată:

$$\Delta n = \frac{n_{min}}{n_{max}} \qquad (2.8.32)$$

- coeficientul k_n, de reglare a turației, definit ca raportul dintre diferența $n_n - n_{min}$ și turația nominală n_n:

$$k_n = \frac{n_n - n_{min}}{n_n} \qquad (2.8.33)$$

Alegerea domeniului de variație a debitului $\Delta\dot{V}$ al instalației de pompare se face diferențiat după cum turbopompele sunt nereglabile (cu turație constantă) sau reglabile (cu turație variabilă). Astfel, din analiza relației de calcul al energiei specifice de pompare a apei e_H, exprimată sub forma:

$$e_H = \frac{H}{\eta_h \cdot \eta_m} \quad [\text{kWh/m}^3] \qquad (2.8.34)$$

unde:

H - este înălțimea de pompare a turbopompei [kPa];

η_h - randamentul hidraulic al turbopompei;

η_{me} - randamentul motorului electric de acționare.

La reglarea instalației de pompare, pentru a face față regimului variabil de debit, se deduc următoarele (fig 2.8.15 a și b):

- în cazul turbopompelor nereglabile este rațional ca domeniul de debite $\Delta\dot{V}$ să se aleagă pe partea coborâtoare a curbei de randament $\eta(\dot{V})$, începând din punctul de randament maxim η_{max}, deoarece în conformitate cu relația 2.8.34 pe această parte se asigură o valoare minimă a energiei specifice (fig. 2.8.15 a).
- în cazul turbopompelor reglabile este rațional ca domeniul de debite $\Delta\dot{V}$ să se aleagă pe partea urcătoare a curbei de randament $\eta(\dot{V})$, sfârșind în punctul de randament maxim η_{max}, deoarece în conformitate cu relația 2.8.34 pe această parte se asigură o valoare minimă a energiei specifice de pompare a apei (fig. 2.8.15 b).

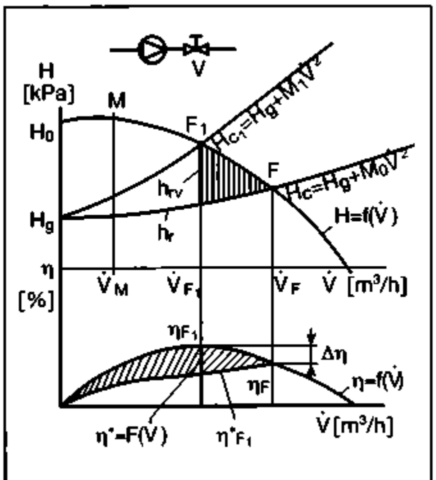


Fig. 2.8.16. Modificarea debitului la pompele centrifuge prin utilizarea vanei de reglare pe conducta de refulare.

Cunoscând că randamentul global η_i al unei instalații de pompare (definit de raportul dintre puterea utilă necesară pentru realizarea înălțimii de pompare, H_c, cerută de rețea și puterea absorbită, necesară pentru realizarea înălțimii de pompare H, dezvoltată de turbopompă) pentru un anumit debit dat, $\dot{V}$, sau pentru un anumit domeniu de debite date $\Delta\dot{V}$, este dat de relația:

$$\eta_i = \eta \frac{H_c}{H} \qquad (2.8.35)$$

unde:

η - este randamentul turbopompei, rezultă că pentru a se asigura un randament global ridicat, în cazul reglării debitului într-un anumit domeniu $\Delta\dot{V}$, trebuie să fie îndeplinite condițiile de a folosi:

- turbopompe de mare randament;
- turbopompe care să asigure un raport H_r/H cât mai apropiat de unitate.

Prima condiție se poate realiza implicit prin alegerea unor turbopompe cu randament propriu ridicat și a le utiliza în apropierea optimului acestui randament.

A doua condiție se poate realiza în cazul folosirii:

- turbopompelor nereglabile (cu turație constantă), prin alegerea de caracteristici $H(\dot{V})$ plate sau prin alegerea de domenii înguste de înălțime de pompare ΔH pe caracteristici $H(\dot{V})$ înclinate;
- turbopompelor reglabile (cu turație variabilă), prin producerea caracteristicilor $H(\dot{V})$ artificiale apropiate de (sau suprapuse peste) caracteristica $H_c(\dot{V})$ a rețelei de pompare.

• *Reglarea prin modificarea caracteristicilor instalațiilor*

Metodele constau în adoptarea diferitelor soluții de modificare a caracteristicii rețelei $H_c=f(\dot{V})$, caracteristica pompei $H=f(\dot{V})$ păstrându-se nemodificată.

Reglarea debitului prin utilizarea vanei pe conducta de refulare (sau aspirație)

În exploatare este comod (dar nu se recomandă) ca debitul să fie modificat prin schimbarea gradului de închidere a unor vane, existente, de regulă, pe circuitul de refulare al pompelor (fig. 2.8.16). Soluția modifică curba caracteristică a rețelei, deoarece se modifică pierderile de sarcină în circuit. Pentru vana V complet deschisă rezultă $H_c=H_g+M_0\dot{V}^2$ și ca urmare ansamblul pompă-rețea funcționează la debitul $\dot{V}_F$ (corespunzător acestuia rezultă randamentul și puterea). La închiderea parțială a vanei V, noua caracteristică a rețelei devine $H_c=H_g+M_1\dot{V}^2$ și prin urmare debitul pompat devine $\dot{V}_{F1}$ ($\dot{V}_{F1} < \dot{V}_F$). La pompe care au caracteristică cu ramură instabilă se limitează închiderea vanei astfel încât debitul minim al ansamblului pompă-rețea să nu scadă sub $\dot{V}_M$. Sunt evidențiate în grafic pierderile de sarcină pe conducta cu vană deschisă (h_r) cât și cele suplimentare datorate vanei (h_{rv}).

Deși arată o sporire cu $\Delta\eta$ a randamentului pompei $\eta_{F1} > \eta_{F2}$, pe ansamblu randamentul η^* scade cu $\Delta\eta_v$.

Dacă se notează $\eta_{hv} = h_{rv}/H_g$ randamentul hidraulic al vanei, η_{me} - al motorului electric și cu η_{hext} - randamentul hidraulic exterior al rețelei (corespunzător lui V – deschis) se poate exprima randamentul instalației:

$\eta_{inst} = \eta_p\, \eta_{me}\, \eta_{hv}\, \eta_{hext}$

Dacă se notează randamentul pompă-vană de reglare cu $\eta^* = \eta_P \cdot \eta_{hv}$, se poate vedea din fig. 2.8.16, că acesta scade, fiind $\eta^*_{Fl} = \eta_{Fl} \cdot \Delta\eta_v$, unde $\Delta\eta_v$ reprezintă pierderi din randamentul instalației ca urmare a utilizării vanei.

Datorită pierderilor hidraulice de sarcină mari introduse de vană (toată suprafața hașurată vertical), metoda trebuie evitată, putând fi utilizată numai ca o soluție de compromis, pe timp redus și în cazuri izolate. La pompele lente cu turație mică, care au curba $H = f(\dot{V})$ aplatizată, metoda poate fi acceptată temporar, deoarece manevre scurte ale vanei duc la modificări însemnate ale debitului instalației. Cât privește vana montată pe conducta de aspirație, raționamentul rămâne similar, numai că soluția nu se recomandă, deoarece pierderile de sarcină în creștere ale circuitului de aspirație duc ansamblul către regimul de funcționare în cavitație.

Variația debitului pompat la modificarea sarcinii statice a rețelei

Se poate obține prin utilizarea unui acumulator de apă sub presiune (recipient de hidrofor) care are rolul de a compensa diferența dintre debitul variabil al rețelei

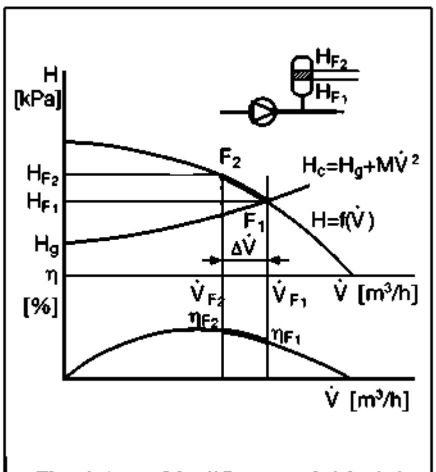


Fig. 2.8.17. Modificarea debitului pompat datorită variației sarcinii statice a rețelei de pompare.

și debitul constant asigurat de pompă. Pe măsură ce acumulatorul se încarcă sau se golește de apă are loc o mărire respectiv o micșorare a înălțimii statice de pompare de la H_{F1} la H_{F2} și invers (fig. 2.8.17).

Efectul modificării debitului agregatelor de pompare prin variația înălțimii geodezice este cu atât mai mare cu cât curba de funcționare a pompei este mai aplatizată.

Modificarea debitului prin utilizarea conductei de ocolire (by-pass)

Întoarcerea prin by-pass către bazinul de aspirație, a unei părți din debitul pompat $\dot{V}_p$, face ca în rețea (deci la consumator) să se obțină debite diferite.

Conducta de by-pass pentru instalația din figura 2.8.18 realizează la consumator debitul $\dot{V}_c=\dot{V}_p-\dot{V}_{by}$= constant, dacă vana V_2 păstrează poziția inițială.

Au fost reprezentate în grafic: caracteristica conductei $H_c=f(\dot{V})$ cu V_1 deschis, $H_{by}=f(\dot{V})$ caracteristica by-pass-ului funcționând cu $H_g=0$ și caracteristica sumă $H_c+H_{by}=f(\dot{V})$ (însumarea se face pe orizontală adunând debitele pentru diferite valori ale lui H).

La funcționarea cu V_1 închis se obține $\dot{V}_{F2}$, respectiv $\dot{V}_{F1}$, dacă V_1 este deschis iar V_2 - închis. În situația când ambele vane V_1, V_2 sunt deschise, debitul de funcționare al pompei este $\dot{V}_F$ (corespunzător acestuia randamentul η_F) din care debitul $\dot{V}_c$ pe rețea iar debitul $\dot{V}_{by}$ se întoarce prin by-pass către conducta de aspirație. Alte debite către consumator se pot obține prin modificarea caracteristicilor by-pass-ului. Deși metoda este simplă, nu se recomandă deoarece vehicularea unui debit $\dot{V}_{by}$ în gol consumă ineficient energia electrică. Uneori, personalul de exploatare apelează totuși la această metodă, folosind conducta pentru descărcare și probare a agregatelor din stație.

Este util de analizat comparativ, într-un caz dat, care din soluțiile vană sau by-pass poate fi acceptată ca mai eficientă când modificarea debitului se impune, deoarece nu mai există o altă posibilitate. În fig. 2.8.19, agregatul de pompare de caracteristică cunoscută $H=f(\dot{V})$ funcționează pe o rețea formată din conductă cu $H_c=f(\dot{V})$ și by-pass de caracteristică $H_{by}=f(\dot{V})$. În această situație va merge la consumator debitul $\dot{V}_c$, iar prin by-pass debitul $\dot{V}_{by}$. Randamentul instalației considerând η_{me}=const., se poate exprima cu relația:

$$\eta_{1\,inst.}=\frac{P_u}{P_c}=\frac{\dot{V}_c H_g}{\frac{\dot{V}_{F_{1+2}}\,F_{F_{1+2}}}{\eta_{F_{1+2}}\,\eta_{me}}}= \qquad (2.8.36)$$

$$=\left(1-\frac{\dot{V}_{by}}{\dot{V}_{F_{1+2}}}\right)\eta_{F_{1+2}}\,\eta_{me}\cdot\left(1-\frac{h_{ro}}{H_{F_{1+2}}}\right)$$

în care:

h_{ro} - sunt pierderi de sarcină pe conductă la vana complet deschisă și debit $\dot{V}_c$.

Pentru a asigura consumatorul cu același debit $\dot{V}_c$, în absența conductei de by-pass, trebuie modificată $H_c=f(\dot{V})$ la forma $H_c^*=f(\dot{V})$, introducând suplimentar h_{rv} - pierderi de sarcină prin vana V. În acest caz, corespunzător punctului F^* se obține $\dot{V}_{F^*}=\dot{V}_c$.

Când se utilizează vana pe conducta de refulare pentru reglare, rezultă randamentul instalației din relația:

$$\eta_{2\,inst.}=\frac{P_u}{P_c}=\frac{\dot{V}_c H_g}{\frac{\dot{V}_F^* H_F^*}{\eta_F^*}}= \qquad (2.8.37)$$

$$=\eta_F^*\left(1-\frac{h_{rv}}{H_F^*}-\frac{h_{r0}}{H_F^*}\right)$$

Comparând randamentele celor două soluții, va rezulta ca indicată metoda:
- conductă by-pass când $\eta_1>\eta_2$;
- vană de reglare când $\eta_2>\eta_1$.

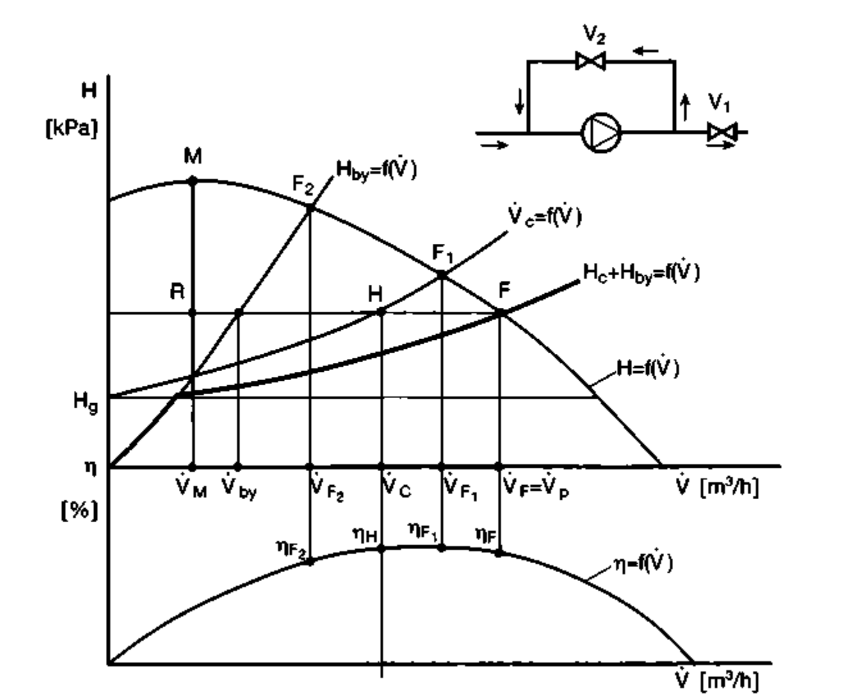


Fig. 2.8.18. Modificarea debitului la consumator prin utilizarea conductei de întoarcere (by-pass).

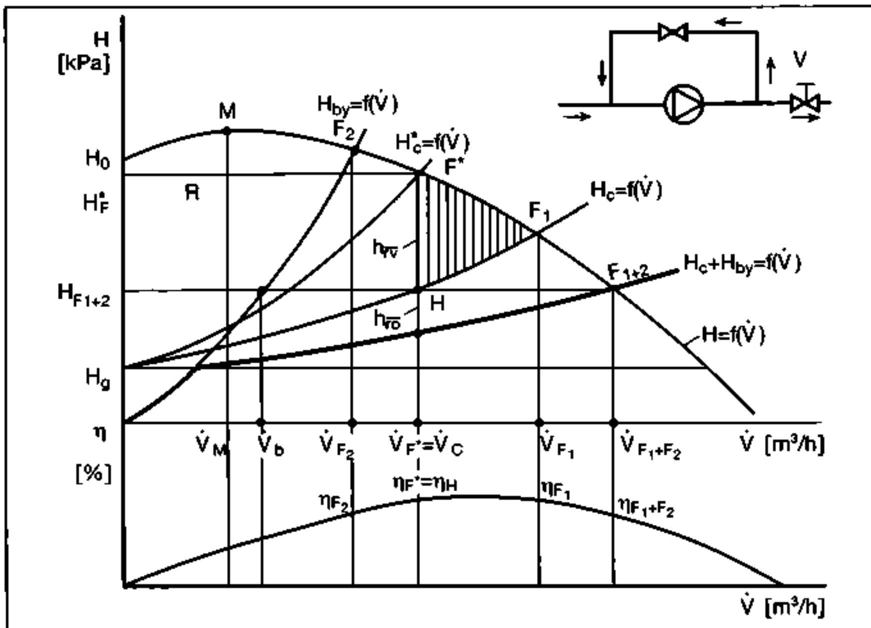


Fig. 2.8.19. Comparație cu privire la eficiența reglării la o pompă când la alegere se poate utiliza vana pe circuitul de refulare sau conducta de întoarcere (by-pass).

Același rezultat se obține dacă se alege ca soluție optimă cea care asigură cel mai mic consum de energie e_u^*.

Cu cele precizate anterior și urmărind notațiile din fig. 2.8.19 rezultă:

$$\eta_{1inst.} = \left(1 - \frac{\dot{V}_b}{\dot{V}_{F_{1+2}}}\right)\eta_{F_{1+2}}\,\eta_{me}\,\eta_{1he}; \qquad (2.8.38)$$

$$\eta_{2inst.} = \eta_F \cdot \eta_{2he} \cdot \eta_{2me}$$

Consumurile specifice sau energia specifică în cele două variante e_{1u}^* și e_{21u}^* se pot exprima cu relațiile:

$$e_{1u}^* = \frac{k}{\left(1 - \frac{\dot{V}_h}{\dot{V}_{F_{1+2}}}\right)\eta_{F_{1+2}} \cdot \eta_{me} \cdot \eta_{1he}} = \frac{k}{\eta_{1inst.}} \quad [kWh/m^3 \cdot m] \quad (2.8.39)$$

$$e_{2u}^* = \frac{k}{\eta_F^* \cdot \eta_{2me} \cdot \eta_{2he}} = \frac{k}{\eta_{2inst.}} \qquad (2.8.40)$$

în care:

η_{1he} și η_{2he} - reprezintă randamentul hidraulic al rețelei în variantele analizate.

Din expresiile 2.8.39 și 2.8.40 rezultă că pentru agregatele la care puterea crește cu debitul, este indicată metoda de variație a debitului prin utilizarea vanei, pe când la cele pentru care puterea scade cu debitul (pompe axiale) este de preferat variația debitului la consumator prin utilizarea conductei de by-pass.

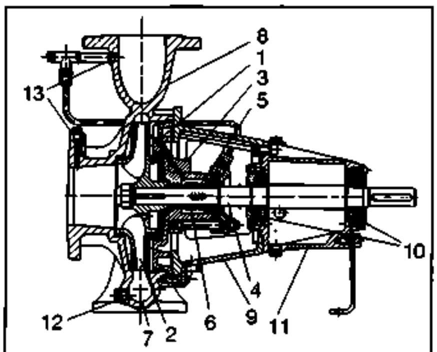


Fig. 2.8.20. Pompă centrifugă monoetajată:
1 - rotor; 2 - paletă; 3 - piesă specială pentru fixarea rotorului; 4 - arbore; 5 - garnitură de etanșare; 6 - bucșe; 7 - stator; 8 - difuzor; 9 - piesă intermediară; 10 - rulmenți; 11 - capac; 12 - dop de scurgere; 13 - racorduri pentru manometre.

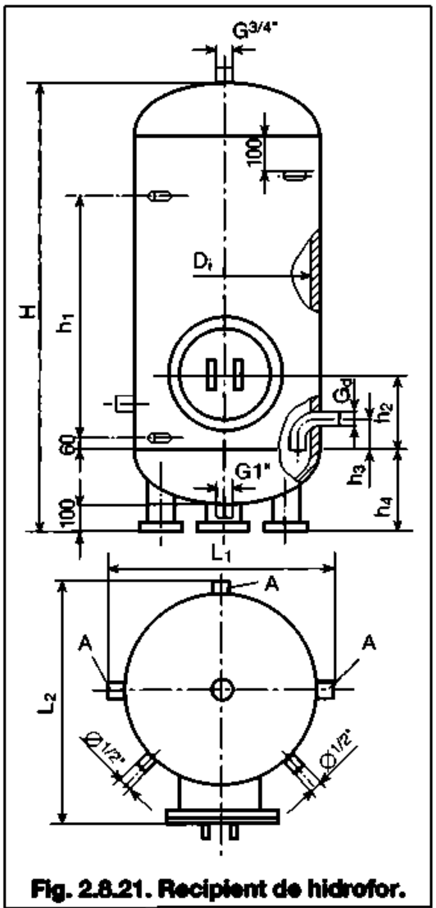


Fig. 2.8.21. Recipient de hidrofor.

2.8.2. Materiale, aparate, echipamente și agregate pentru instalațiile de pompare a apei

2.8.2.1 Pompe

În instalațiile de alimentare cu apă se folosesc frecvent pompe centrifuge și pompe axiale și, mai rar, pompe volumice.

Caracteristicile tehnice ale pompelor (dimensiuni, curbe caracteristice, materiale utilizate etc.) sunt prezentate amănunțit în cataloagele profesionale ale firmelor producătoare de pompe. Sunt numeroase firme de prestigiu (GRUNDFOS – Danemarca, DAB – Italia, WILO – Germania, SALMSON – Franța etc.) care produc pompe cu performanțe tehnice și fiabilitate ridicate și garantate.

În volumul Instalații de Încălzire, capitolul 6, sunt prezentate date caracteristice pentru mai multe tipuri de pompe pentru agentul termic.

În Anexa III sunt date pompele GRUNDFOS pentru apă rece și, pentru apă caldă și pentru ape uzate și pompele WILO pentru apă rece, apă caldă și ape uzate.

• *Pompa centrifugă monoetajată.* Elementele componente principale ale pompei centrifuge monoetajate (fig. 2.8.20) sunt:
- rotorul, format dintr-un număr de palete fixate între două discuri, discul exterior, dispus către racordul de aspirație având o deschidere centrală prin care apa intră în canalele rotorice și discul interior. Rotorul este fixat cu pene sau cu o presă specială pe axul pompei, numit arbore de acționare. Acesta este cuplat cu axul motorului electric de antrenare, care pune rotorul în mișcare de rotație;
- carcasa (statorul), în care apa evacuată din canalele rotorice este colectată și evacuată printr-un racord de refulare. Carcasa pompei se mai numește și cameră specială, întrucât secțiunea sa crește în sensul circulației apei deoarece și debitul crește;
- difuzorul, terminat cu o flanșă de racord la conducta de refulare;
- presetupa (presgarnitura) de etanșare a carcasei (statorului) la arborele de acționare, având rolul de a reduce scurgerile de apă din carcasă pe lângă arborele pompei. Garniturile de etanșare pot fi din azbest grafitat, bumbac sau in impregnat etc.;
- labirinturile, care sunt elemente de etanșare între discuri și stator.

Principiul de funcționare a pompei centrifuge este următorul: prin rotația rotorului

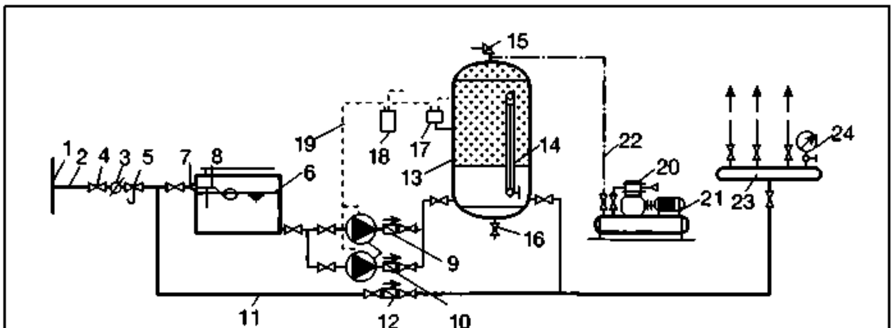


Fig. 2.8.22. Instalația de hidrofor:
1 - conductă publică; 2 - branșament; 3 - apometru; 4 - robinet de închidere; 5 - robinet de închidere cu descărcare; 6 - rezervor tampon; 7 - distribuitor pentru alimentarea robinetelor cu plutitor; 8 - robinet cu plutitor; 9 - pompă centrifugă; 10 - clapetă de reținere; 11 - conductă de ocolire a stației de hidrofor; 12 - clapetă de reținere montată pe conducta de ocolire a stației de hidrofor; 13 - recipient de hidrofor; 14 - indicator cu sticlă de nivel și robinete de control; 15 - supapă de siguranță; 16 - robinet de golire; 17 - presostat; 18 - automat de pornire-oprire a pompei; 19 - circuit electric; 20 - compresor de aer; 21 - motor electric; 22 - conductă de aer comprimat; 23 - distribuitor de apă rece sub presiune; 24 - manometru.

de către motorul electric, ia naștere forța centrifugă, sub influența căreia apa din canalele rotorice este dirijată radial de la centru spre periferie. În centrul pompei se creează o depresiune, iar sub acțiunea presiunii atmosferice, apa din rezervorul din care aspiră pompa, pătrunde prin racordul de aspirație în centrul pompei, de unde este dirijată din nou radial spre periferie și fenomenul de centrifugare se repetă continuu, atât timp cât este acționat rotorul pompei. În acest fel, între secțiunea (racordul) de aspirație și secțiunea (racordul) de refulare energia hidraulică a apei crește.

• *Pompa centrifugă multietajată.* În scopul creșterii energiei hidraulice, respectiv a înălțimii de pompare la un debit dat, se pot monta pe același arbore mai multe rotoare. Apa care iese dintr-un rotor intră în rotorul următor prin canale de întoarcere. Etajul este definit ca o unitate de transformare a energiei mecanice în energie hidraulică. Astfel, dacă la un debit dat $\dot{V}$, înălțimea de pompare a unui etaj este H_1, înălțimea de pompare a unei pompe cu n etaje va fi $H = n \cdot H_1$.

• *Pompa axială.* Din punct de vedere constructiv, se compune din aceleași elemente ca și pompa centrifugă. Pompele axiale pot fi cu ax vertical sau orizontal; după rotor, sunt prevăzute cu un dispozitiv de dirijare a curentului de lichid. La pompele axiale, fenomenul de centrifugare este redus, particulele de lichid fiind împinse de către rotor pe traiectorii elicoidale. Paletele rotorice se înșurubează în lichid și prin circulația pe care o produc, dirijează axial curentul de lichid. Pompele axiale vehiculează debite $\dot{V}$ mari la înălțimi de pompare relativ mici.

• *Pompă volumică.* Funcționează prin deplasarea periodică a unor volume de lichide între secțiunile de aspirație și de refulare.

Principalele tipuri de pompe volumice sunt: cu piston (de exemplu, pompe dozatoare) și cu inel de lichid, utilizate pentru realizarea vacuumului în instalațiile de amorsare a pompelor; cu roți dințate; cu pistoane rotative (loburi); pompa de mână (tip Alweiller), cu paletă oscilantă, utilizată în stațiile de pompare mici pentru epuismente sau goliri.

2.8.2.2 Recipiente de hidrofor

Au o construcție standardizată (STAS 2156) fig. 2.8.21 și tabelul 2.8.2. Se mai numesc și recipiente hidropneumatice, având la partea inferioară apă și deasupra apei o pernă de aer comprimat. Sunt recipiente metalice închise și, funcționând sub presiune, sunt supuse controlului ISCIR.

Aceste recipiente se mai folosesc și ca rezervoare tampon închise sau ca rezervoare sub presiune pentru acumularea apei calde de consum.

Pentru agregatele de pompare monobloc, cu debite mici (până la 10 m^3/h) se folosesc recipiente de hidrofor cu membrană din cauciuc, având capacități cuprinse între 25 și 100 l. De regulă, membrana este sub forma unei anvelope umplută cu aer comprimat (la presiunea de 2...3 bar) și introdusă în recipient, fiind fixată de capacul acestuia și prevăzută cu un ventil pentru completarea periodică (sau când este necesar) a volumului de aer.

2.8.2.3 Rezervoare tampon

Pot fi:

- *deschise*, cu formă paralelipipedică și dimensiuni standardizate (STAS 8941) tab. 2.8.3. Se execută cu tablă din oțel protejată anticorosiv.
- *închise*, recipiente metalice hidropneumatice (fig. 2.8.21 și tab. 2.8.2) ca și recipientele de hidrofor.

2.8.2.4 Aparate de automatizare, siguranță și control pentru instalații de pompare a apei

Principalele aparate de automatizare folosite sunt: manometre cu contacte electrice; presostate; automate de pornire-oprire a pompelor; variatoare de frecvență pentru pompe cu turație variabilă; nivostate; robinete de reglare acționate cu motoare electrice (sau cu ventile electromagnetice).

Pentru recipientele sub presiune se folosesc supape de siguranță cu contragreutate sau cu arc. Controlul vizual al presiunilor apei sau aerului comprimat se efectuează cu manometre.

2.8.3. Soluții constructive, scheme și dimensionarea instalațiilor de ridicare a presiunii apei reci

2.8.3.1 Instalații de pompare a apei, cuplate cu rezervor tampon și recipiente de hidrofor

• *Soluții constructive, scheme și funcționarea instalațiilor de hidrofor*

Instalația de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor, denumită instalația

Tabelul 2.8.2. Dimensiunile principale ale recipientelor hidropneumatice sau pentru acumularea apei calde

Capacitatea nominală [l]	P_n [bar]	Dimensiunile [mm]								Dimensiunile racordurilor, pentru recipiente [in]				Masa [kg]
		D_i	H	h_1	h_2	h_3	h_4	L_1	L_2	Hidropneumatice		Acumulatoare		
										A	B	A	B	
160	10	450	1255	630	300	70	275	536	464	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	82
250	10	500	1480	630	300	70	290	584	704	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	100
400	6	600	1635	800	300	70	315	682	795	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	127
	10			500					803					143
630	6	700	1885	800	300	70	340	782	895	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	174
	10			500					905					200
800	6	800	1935	1000	300	70	365	896	1014	2 1/2	1	2 1/2	2 1/2	204
	10			500					1034					241
1000	6	800	2335	1000	450	80	365	896	1014	3	1	3	3	236
	10			630					1034					270
1600	6	1000	2440	1000	450	80	415	1100	1217	3	1	3	3	359
	10			630					1238					427
2000	6	1100	2490	1000	450	90	440	1216	1327	4	1	4	4	400
	10			630					1346					541
2500	6	1200	2540	1000	450	90	465	1316	1427	4	1	4	4	443
	10			630					1448					605
3150	6	1200	3140	1250	450	90	465	1316	1427	4	1	4	4	524
	10			630					1448					634
4000	6	1300	3390	1250	450	90	490	1416	1529	5	1	5	5	611
	10			800					1548					947
5000	6	1400	3645	1600	450	90	515	1508	1625	5	1	5	5	842
	10			900					1646					1112

de hidrofor (fig. 2.8.22) se compune dintr-o stație de pompare având montate, pe conducta de refulare, recipiente de hidrofor.

Instalația de hidrofor se adoptă când sarcina hidrodinamică (presiunea de serviciu disponibilă H_{disp} a apei din conducta publică în punctul de racord a instalației interioare) este permanent sau pe perioade lungi, insuficientă pentru funcționarea normală a tuturor punctelor de consum ($H_{disp}<H_{nec}$), iar consumul de apă din instalație prezintă variații importante în timp între valorile maxime și minime.

Din conducta publică apa pătrunde într-un rezervor tampon care poate fi deschis sau închis.

În rezervorul tampon deschis, apa trece de la presiunea din conducta publică la presiunea atmosferică (având loc ruperea presiunii), pe când în rezervorul tampon închis (care are la partea inferioară apă și deasupra apei o pernă de aer comprimat) se menține continuitatea sarcinii din conducta publică.

Din rezervorul tampon apa este aspirată de pompă și refulată în instalație. Din debitul total al pompei $\dot{V}_p$ o parte satisface consumul din clădiri $\dot{V}_c$, iar restul ($\dot{V}_p-\dot{V}_c$) se acumulează treptat în recipientul de hidrofor, comprimând perna de aer existentă deasupra apei, până la o valoare limită maximă (stabilită prin calcul) și controlată de un presostat, presiunea de oprire a pompei H_0, la atingerea căreia presostatul comandă oprirea pompei. Din acest moment, consumul de apă din instalație este satisfăcut din rezerva acumulată în recipientul de hidrofor (volum util) V_u. Pe măsură ce rezerva de apă scade, perna de aer de deasupra apei se destinde până la o valoare limită minimă, (presiune de pornire a pompei H_p), controlată de același presostat, care, la atingerea acestei valori, comandă pornirea pompei și funcționarea instalației se repetă.

Pompa asigură ridicarea presiunii apei din instalație și are o funcționare periodică (ciclică), durata unei perioade T fiind definită ca intervalul între 2 porniri (sau 2 opriri) succesive ale pompei. Duratele T ale diferitelor perioade ale ciclurilor de funcționare a pompei sunt diferite între ele și prin calcul se determină durata minimă T_{min} a perioadei T:

$$T_{min} = \frac{V_{umax}}{\dot{V}_p} \qquad (2.8.41)$$

în care:

V_{umax} - este volumul util maxim, iar

$\dot{V}_p$ - este debitul mediu pompat pe durata ciclului de funcționare a pompei.

Inversul perioadei (frecvența) n este egală cu numărul de porniri (sau de opriri) pe oră ale pompei $n=1/T$. Perioadei minime T_{min} îi corespunde $n_{max} = 1/T_{min}$ și ținând seama de relația (2.8.41) rezultă:

$$n_{max} \cdot V_{umax} = \frac{\dot{V}_p}{4} \qquad (2.8.42)$$

Frecvența n_{max}, a pornirilor (opririlor) pompei, este limitată de sensibilitatea presostatelor și de caracteristicile funcționale ale electromotoarelor (n_{max} = 10...30 porniri/oră), ceea ce duce la limitarea valorii maxime a volumului util V_{umax}:

$$V_{umax} = \frac{\dot{V}_p}{4 \cdot n_{max}} \qquad (2.8.43)$$

Se produc în prezent pompe care pot funcționa normal la un număr de 50...60 porniri/oră.

Perna de aer de deasupra apei din recipientul de hidrofor este asigurată de un compresor de aer, care este pus în funcțiune manual, ori de câte ori este necesar să se refacă volumul de aer din rezervor. Hidroforul este prevăzut cu o sticlă de nivel care permite controlul vizual al nivelului apei în timpul exploatării și al volumului ocupat de aer. La partea superioară a hidroforului se montează un ventil de siguranță cu contragreutate sau cu arc pentru protecția recipientului în cazul unor suprapresiuni accidentale. În perioadele în care sarcina disponibilă H_{disp}, a apei în punctul de racord (branșament), este mai mare decât sau egală cu sarcina necesară H_{nec}, în instalația interioară ($H_{disp} \geq H_{nec}$), alimentarea cu apă a instalației interioare se face printr-o conductă de ocolire a stației de pompare, pe care se montează o clapetă de reținere spre a evita întoarcerea apei spre conducta publică atunci când funcționează pompa.

• *Alegerea pompei și determinarea punctelor de funcționare ale instalației de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor*

Pentru alegerea pompei este necesar să se cunoască debitul de calcul al instalației și înălțimile de pompare la momentele pornirii, respectiv opririi pompei.

În cazul instalațiilor de distribuție a apei reci pentru consum menajer, debitul pompei active (sau al cuplajului în cazul funcționării pompelor în paralel) se ia egal cu debitul de calcul $\dot{V}_c$, ($\dot{V}_p=\dot{V}_c$) al instalației.

Înălțimea de pompare necesară H_{pp}, în momentul pornirii pompei, respectiv H_{pp}, în momentul opririi pompei, se determină cu relațiile (fig. 2.8.23)

$$H_{pp} = H_0 \pm H_{gp} + h_{rpp} - H_a = H_{sp} + M_p \dot{V}_{pp}^2 \quad \text{[bar]} \quad (2.8.44)$$

$$H_{p0} = H_0 \pm H_{g0} + h_{rp0} - H_a = H_{s0} + M_0 \dot{V}_{p0}^2 \quad \text{[bar]} \quad (2.8.45)$$

în care:

H_p - este presiunea din recipientul de hidrofor în momentul pornirii pompei [bar] determinată cu relația:

$$H_p \geq H_{nec} = max(H_g + H_u + h_r) \quad \text{[bar]} \quad (2.8.46)$$

unde:

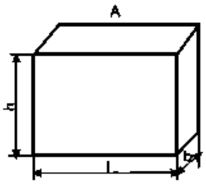
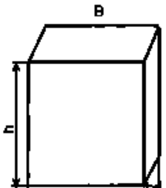
H_{nec} - sarcina hidrodinamică necesară în instalația interioară de alimentare cu apă [bar];

H_g - înălțimea geodezică a punctului de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație, față de un plan de referință unic admis [bar];

H_u - presiunea de utilizare a apei la punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic [bar];

$h_r = h_{r_{int}} + h_{r_{ext}}$ - suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul de alimentare cu apă al punctului de consum cel mai dezavantajat

Tabelul 2.8.3. Tipurile și dimensiunile rezervoarelor tampon deschise de formă paralelipipedică (STAS 8941)

<table>
<tr><th>Tip</th><th>Model</th><th>Capacitate nominală [l]</th><th>l [mm]</th><th>b [mm]</th><th>h [mm]</th></tr>
<tr><td rowspan="8">A
</td><td rowspan="3">II</td><td>500</td><td rowspan="2">1000</td><td rowspan="3">1000</td><td>500</td></tr>
<tr><td>1060</td><td rowspan="5">1000</td></tr>
<tr><td>1500</td><td rowspan="2">1570</td></tr>
<tr><td rowspan="5">III</td><td>2000</td><td rowspan="2">1500</td></tr>
<tr><td>3000</td><td rowspan="4">2000</td></tr>
<tr><td>4000</td><td rowspan="3">2000</td></tr>
<tr><td>5000</td><td>1250</td></tr>
<tr><td>6000</td><td>1500</td></tr>
<tr><td rowspan="8">B
</td><td>I</td><td>500</td><td rowspan="2">1000</td><td>500</td><td rowspan="2">1000</td></tr>
<tr><td rowspan="5">II</td><td>1000</td><td rowspan="5">1000</td></tr>
<tr><td>1500</td><td rowspan="4">1500</td><td rowspan="2">1500</td></tr>
<tr><td>2000</td></tr>
<tr><td>3000</td><td rowspan="4">2000</td></tr>
<tr><td>4000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">III</td><td>5000</td><td rowspan="2">2000</td><td>1250</td></tr>
<tr><td>6000</td><td>1500</td></tr>
</table>

hidraulic de la punctul de ieșire a apei din recipientul de hidrofor [bar];

$h_{r_{int}}$ - suma pierderilor totale de sarcină pe porțiunea rețelei din interiorul clădirii, a traseului de alimentare cu apă a punctului cel mai dezavantajat [bar];

$h_{r_{ext}}$ - suma pierderilor totale de sarcină pe porțiunea rețelei din exteriorul clădirii a traseului de alimentare cu apă de la punctul de ieșire a apei din recipientul de hidrofor până la rețeaua din interiorul clădirii [bar];

H_o - presiunea din recipientul de hidrofor în momentul opririi pompei, care se determină în funcție de valoarea presiunii H_p din recipientul de hidrofor în momentul pornirii pompei, cunoscând că $\Delta H=H_0-H_p=(0,5...1)$ bar;

H_{gp} - diferența de nivel între nivelul apei din recipientul de hidrofor și nivelul apei din rezervorul tampon (în care caz $H_{gp}>0$) sau invers (în care caz $H_{gp}<0$) în momentul pornirii pompei [bar];

H_{go} - diferența de nivel între nivelul apei în recipientul de hidrofor și nivelul apei în rezervorul tampon (în care caz $H_{go}>0$) sau invers (în care caz $H_{go}<0$) în momentul opririi pompei [bar];

$h_{rpp}=M_p\dot{V}_{pp}^2$, respectiv $h_{rp0}=M_0\dot{V}_{p0}^2$
- suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul conductei de pompare până la recipientul de hidrofor, calculate la debitul $\dot{V}_{pp}$ de pornire al pompei, respectiv la debitul $\dot{V}_{po}$ de oprire a pompei [bar];

H_a - presiunea din rezervorul tampon închis (dacă este cazul) din care aspiră pompa (în cazul rezervorului tampon deschis: $H_a=H_{at}=0$ în scara manometrică) [bar];

$H_{sp}=H_p\pm H_{gp}-H_a$; $H_{s0}=H_0\pm H_{g0}-H_a$
- înălțimile statice la momentele pornirii, respectiv opririi pompei [bar];

M_p; M_0 - modulele totale de rezistențe hidraulice ale conductei de pompare [h²/m⁵].

Întrucât din distribuitorul instalației de hidrofor se alimentează cu apă atât rețeaua de distribuție a apei reci, cât și instalația de preparare a apei calde de consum, este indicat să se introducă în relația 2.8.46 valoarea cea mai mare dintre sarcinile hidrodinamice necesare $H_{nec_{ar}}$ pentru instalația de distribuție a apei reci, respectiv $H_{nec_{ac}}$ pentru instalația de distribuție a apei calde de consum (între cele două sarcini hidrodinamice necesare $H_{nec_{ar}}$ și $H_{nec_{ac}}$ se admite o diferență de cel mult ± 5 %);

Pompa instalației de hidrofor se alege din catalog pe baza determinării punctelor de funcționare la momentele pornirii, respectiv opririi pompei.

• *Calculul volumului necesar și alegerea numărului de recipiente de hidrofor*

Volumul total V_{RH} al recipientului de hidrofor se calculează cu relația:

$$V_{RH}=1,1\frac{\dot{V}_p}{4n}\cdot\frac{(H_o+1,013)(H_p+1,013)}{(H_o-H_p)(H_i+1,013)}\quad [m^3]\quad (2.8.47)$$

în care:

$\dot{V}_p$ - debitul pompelor în funcțiune simultană [m³/h] și H_o, H_p, H_i [bar] iar

$$V_{RH}=1,1\frac{\dot{V}_p}{4n}\cdot\frac{(H_0+1,013)(H_p+1,013)}{(H_0-H_p)(H_p+1,013)}\quad [m^3]\quad (2.8.48)$$

în care $\dot{V}_p$ [m³/h] și H_o, H_p, H_i [kPa].

Diferența de presiune dintre presiunea de pornire H_p și presiunea inițială H_i, se recomandă să aibă valorile din tabelul 2.8.4, care sunt cuprinse între 3,5...27 kPa, pentru $H_p<600$ kPa.

În cazul în care din calcul rezultă un volum al recipientului de hidrofor, mai mare de 1600 l, se aleg două recipiente egale pentru a permite efectuarea reviziilor fără întreruperea alimentării cu apă. Firma GRUNDFOS, produce pompe prevăzute cu microprocesoare încorporate, care prin senzorii de presiune pot comanda pornirea și oprirea pompelor fără recipiente de hidrofor.

• *Alegerea compresorului de aer*

Debitul compresorului de aer se alege în așa fel încât presiunea inițială p_i să fie realizată în 2...3 h, iar presiunea compresorului de aer p_o să fie numeric mai mare sau cel puțin egală cu înălțimea de pompare în momentul opririi pompei H_{po}, pentru a putea introduce aer sub presiune, fără a fi nevoie să se golească apa din recipientul de hidrofor.

• *Dimensionarea rezervorului tampon deschis și a instalațiilor hidraulice anexe*

Volumul (capacitatea) rezervorului tampon deschis V_{RTD} se calculează cu formula:

$$V_{RTD}=V_a+\dot{V}_p\cdot t_1\quad [l]\quad (2.8.49)$$

în care:

$\dot{V}_p$ - este debitul pompelor în funcțiune [l/s];
t_1 - timpul de funcționare a pompelor [s];
V_a - volumul necesar executării racordurilor la rezervor [l].

Se consideră că timpul t_1 de funcționare a pompei (de refacere a volumului util de apă din hidrofor) este egal cu timpul t_2 de stagnare a pompei (de consumare a volumului util de apă din hidrofor), $t_1 \approx t_2=t$, durata T unui ciclu de funcționare a pompei (perioada) va fi:

$$T=t_1+t_2=2t=1/n\quad (2.8.50)$$

în care:

$n=1/t$ - este frecvența (sau numărul de porniri - opriri /h ale pompei).

Tabelul 2.8.4. Diferența optimă dintre presiunea din hidrofor în momentul pornirii pompei și presiunea inițială în recipientul de hidrofor DHi (STAS 1478)

Presiunea în momentul pornirii pompei H_p [k Pa]	Capacitatea hidroforului [l]:								
	160	250	400	630	800; 1000; 1600	2000 2500	3150	4000	5000
	$\Delta H_i = H_p - H_i$, [kPa]								
200	9		7		6	5	4	3,5	3,5
400	8		15		12	10	8	7	6,5
600	27		22		19	16	12	10	10
900	41		34		29	24	18	16	14
1200	55		45		38	32	25	21	19

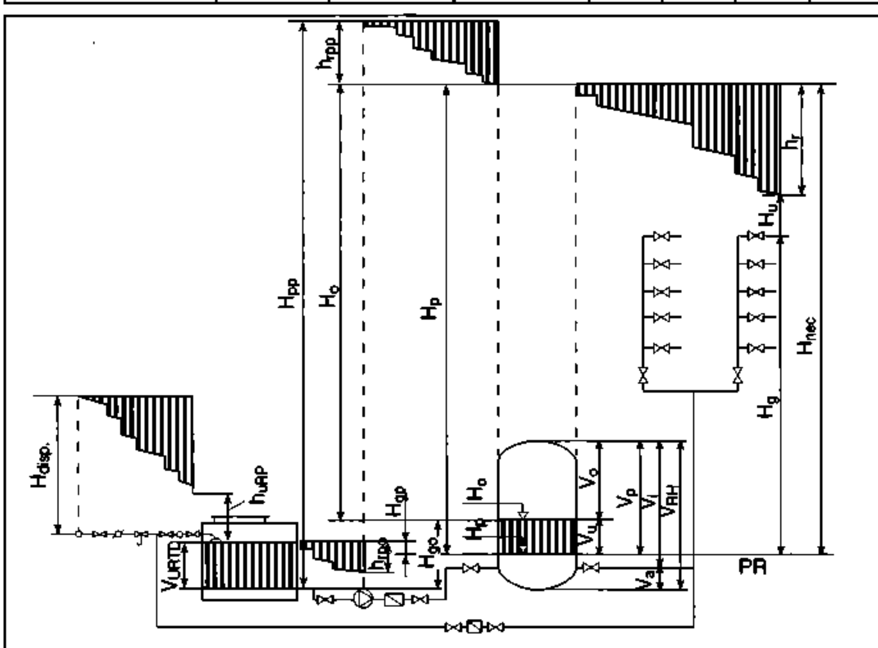


Fig. 2.8.23. Schema de calcul a instalației de pompare a apei cuplată cu recipiente de hidrofor.

În cazul în care timpul de funcționare a pompei se consideră egal cu $t_1=t=150$ s, deci o perioadă $T=300$ s, respectiv o frecvență de $n=12$ porniri/h ale pompei și un volum $V_a=1500$ l din relația (2.8.49) se obține:

$$V_{RTD}=150\left(10+\dot{V}_p\right) \text{ [l]} \quad (2.8.51)$$

Condiția funcționării instalației de hidrofor în deplină siguranță este ca timpul de încărcare cu apă a rezervorului tampon deschis să fie mai mic decât timpul de descărcare a aceluiași volum de către pompă. În caz contrar, există pericolul intrării pompei în regim de cavitație, prin pătrunderea aerului în conducta de aspirație, după epuizarea volumului util de apă din rezervorul tampon deschis. Condiția de mai sus se exprimă prin relația:

$$\dot{V}_p \le N\dot{V}_{rp} \text{ [m3/s]} \quad (2.8.52)$$

sau:

$$\dot{V}_p \le N\mu\frac{\pi d_1^2}{4}\sqrt{2}\sqrt{h_u} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad (2.8.53)$$

respectiv:

$$\dot{V}_p \le K\sqrt{h_u};\, K=N\mu\frac{\pi d_1^2}{4}\sqrt{2} \quad \text{[m}^3\text{/s]} \quad (2.8.54)$$

în care:

$\dot{V}_{rp}$ - este debitul unui robinet cu plutitor al rezervorului tampon deschis;

N - numărul de robinete cu plutitor;

h_u - presiunea de utilizare (de serviciu) a apei în secțiunea de ieșire din robinetul cu plutitor;

$A=\frac{\pi d_1^2}{4}$ - aria secțiunii circulare de diametrul d_1 a robinetului cu plutitor;

μ - coeficientul de debit al secțiunii de ieșire a apei din robinetul cu plutitor;

Presiunea de utilizare este dată de relația:

$$h_u=H_{disp}-H_{gb}-h_{rb} \text{ [kPa]} \quad (2.8.55)$$

în care:

h_{rb} - este suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de branșament [Pa];

H_{gb} - înălțimea geodezică, transformată din m în kPa.

Condiția de limitare a debitului pompei cuplată cu rezervor tampon deschis și recipiente de hidrofor, în funcție de presiunea disponibilă a apei H_{disp}, în punctul de racord la conducta publică, va fi:

$$\dot{V}_p \le K\sqrt{H_{disp}-H_g-h_r} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad (2.8.56)$$

Această condiție limitează domeniul aplicării soluției de cuplare a pompei cu rezervor tampon deschis și recipiente de hidrofor.

În cazul în care din rezervorul tampon se alimentează și hidranții interiori pentru incendiu, capacitatea rezervorului tampon se verifică pentru a se asigura debitul de apă necesar hidranților interiori timp de 10 min, respectiv de 5 min dacă alimentarea cu apă a rezervorului se face automat (robinetul de alimentare fiind comandat de un nivostat).

Trebuie verificat, de asemenea, dacă în rezervorul tampon pot fi montate robinetele cu plutitor (cel puțin două, pentru siguranță în funcționare). Uneori se prevede și o capacitate suplimentară (de rezervă); dacă este asigurată rezerva pentru incendiu și posibilitatea montării robinetelor cu plutitor, nu mai este necesară o capacitate suplimentară a rezervorului tampon.

Tipurile și dimensiunile rezervoarelor tampon deschise, de formă paralelipipedică și de construcție metalică sunt redate în tabelul 2.8.3 (STAS 8941).

Diametrul D_1 al conductei de alimentare cu apă a rezervorului tampon deschis este egal cu diametrul conductei de branșament.

Calculul diametrului robinetului cu plutitor este prezentat la § 2.7.3.1.

Diametrul D_2 al distribuitorului robinetelor cu plutitor se alege constructiv cu 1 sau 2 dimensiuni mai mare decât diametrul D_1.

Lungimea L a distribuitorului rezultă constructiv în funcție de numărul, diametrul și distanțele dintre robinetele cu plutitor.

Diametrul D_3 al orificiului preaplinului de formă circulară este dat de relația:

$$D_3=\sqrt[5]{\frac{5\,h_u\cdot d_1^4}{\mu^2\left(1+\xi_r\right)g}} \text{ [m]} \quad (2.8.57)$$

în care:

μ = 0,63 - este coeficientul de debit al orificiului de preaplin.

Dimensionarea orificiului de preaplin de formă dreptunghiulară constă în stabilirea lățimii a (constructiv) și înălțimii b ale acestuia aplicând relația:

$$b=\sqrt[3]{\frac{9\pi^2}{64}\cdot\frac{h_u\cdot d_1^4}{\mu^2 a^2\left(1+\xi_r\right)g}} \text{ [m]} \quad (2.8.58)$$

în care mărimile h_u, d_1, și ξ_r au semnificațiile cunoscute.

Vasul preaplinului poate fi rezervor prismatic cu dimensiunile recomandate 0,6·0,6·0,6 m sau rezervor tronconic (pâlnie) cu diametrul superior de 0,6 m, diametrul inferior de 0,3 m și înălțimea h=0,6 m. La partea inferioară vasul are un ștuț pentru racordare la conducta de evacuare.

Conductele de evacuare de diametru D_4 și D_5 conduc excesul de apă din rezervorul (vasul) preaplinului la canalizare, se execută cu tuburi din fontă de scurgere, țevi din PVC sau oțel și se dimensionează în ipoteza că funcționează la curgere cu secțiune plină.

Diametrul D_4 al conductei verticale de scurgere a preaplinului se calculează cu relația:

$$D_4=d_1\sqrt[4]{\frac{\left(1+\xi_0\right)\left(1+\xi_1\right)}{1+\xi_r}\cdot\frac{2\,h_u}{2h_1\left(1+\xi_0\right)+D_3}} \text{ [m]} \quad (2.8.59)$$

în care mărimile d_1, h_u și D_3 au semnificațiile cunoscute, iar:

h_1 - este presiunea statică a înălțimii coloanei de apă din rezervorul sau pâlnia preaplinului [kPa];

ξ_0, ξ_1 și ξ_r - coeficienții de pierderi de sarcină locale ale orificiului vasului de preaplin (care face legătura cu conducta de diametru D_4) și ale robinetului cu plutitor.

Diametrul D_5 al conductei orizontale de scurgere a preaplinului se determină cu relația:

$$D_5=d_1\sqrt[4]{\frac{\left(1+\xi_0\right)\left(1+\xi_2\right)}{1+\xi_r}\cdot\frac{2\,h_u}{2\left(1+\xi_0\right)\left(h_1+h_2\right)+D_3}} \text{ [m]} \quad (2.8.60)$$

în care:

h_2 - este înălțimea coloanei de apă din conducta de diametru D_4, transformată din [m] [kPa];

ξ_2 - coeficientul de pierdere de sarcină locală în conducta orizontală de scurgere, de diametru D_5; celelalte mărimi au semnificațiile arătate anterior.

2.8.3.2 Grupuri de pompe cu turație variabilă, cuplate în paralel (sistem HYDROMULTI)

Sistemul (fig. 2.8.24), complet automatizat, constituie o soluție alternativă la instalația de hidrofor. Pe conducta de refulare a pompelor este montat un recipient de hidrofor cu membrană, care permite urmărirea variației presiunii apei din instalația de utilizare. Variația debitului obținută prin variația turației permite urmărirea fidelă a curbei de variație aleatoare a consumului de apă (cronograma de consum). Aparatura de acționare, control și semnalizare este grupată în tabloul electric de automatizare care face parte integrantă din sistem. Firma GRUNDFOS produce pompe cu turație variabilă, cu microprocesoare încorporate care elimină tabloul electric de automatizare.

2.8.3.3 Instalații de pompare a apei, cuplate cu rezervor tampon și rezervoare de înălțime

• *Soluții constructive și funcționarea instalației de pompare a apei cuplată cu rezervor de înălțime*

Soluția se adoptă când sarcina disponibilă H_{disp} (presiunea de serviciu), din conducta publică, în punctul de racord, scade periodic (de exemplu, în orele de consum maxim) sub valoarea sarcinii necesare H_{nec}=max(H_g+H_u+h_r) pentru

funcționarea normală a tuturor punctelor de consum din instalația interioară: $H_{disp}<H_{nec}$. Rezervoarele de înălțime se prevăd mai puțin în cazurile clădirilor civile și mai mult în cazul clădirilor industriale, în care se desfășoară procese tehnologice care necesită apă la presiuni de utilizare aproape constante. În perioada în care $H_{disp}\geq H_{nec}$ rezervorul de înălțime și instalația interioară sunt alimentate direct din conducta publică prin conducta de ocolire a stației de pompare.

Pompa poate fi acționată manual sau printr-un sistem de automatizare.

De regulă, pompa este acționată automat, în funcție de nivelul apei din rezervorul de înălțime, controlat de un nivostat. Pentru a evita întoarcerea apei prin conducta de ocolire, pe această conductă se montează o clapetă de reținere. Alimentarea cu apă a rezervorului de înălțime și a instalației interioare se face prin aceeași coloană.

• *Dimensionarea rezervorului de înălțime*

Volumul (capacitatea) rezervorului de înălțime se determină în funcție de modul de acționare (manual sau automat) a pompei.

În cazul pornirii manuale a pompei, volumul util V_u al rezervorului de înălțime se determină cu relația:

$$V_u=\frac{\dot{V}_{zi\,max}}{n}\left(1-\frac{\dot{V}_c}{\dot{V}_p}\right)\ [l] \qquad (2.8.61)$$

în care:

$\dot{V}_{zi\,max}$ - este debitul zilnic maxim de apă consumat [l/zi];

n - numărul de porniri pe zi ale pompei; în medie n = 6 porniri/zi;

$\dot{V}_c$ - debitul de apă consumat în clădire în timpul pompării apei în rezervor [l/h];

$\dot{V}_p$ - debitul pompat în rezervor în același interval de timp [l/h].

În cazul în care $\dot{V}_c$ este mic și când $\dot{V}_p$ este cu mult mai mare decât $\dot{V}_c$, atunci raportul $\dot{V}_c/\dot{V}_p$ se poate neglija și capacitatea rezervorului de înălțime se determină cu relația:

$$V_u=\frac{\dot{V}_{zi\,max}}{n}\ [l] \qquad (2.8.62)$$

La clădirile industriale, raportul $\dot{V}_c/\dot{V}_p$ poate avea valori ce nu pot fi neglijate ceea ce conduce la aplicarea relației 2.8.61.

Volumul total necesar al rezervorului de înălțime va fi:

$$V=V_u+V_a\,[l] \qquad (2.8.63)$$

în care:

V_a - este volumul ocupat de apă sub racordurile de intrare și ieșire ale rezervorului de înălțime; în general, V_a=0,1V astfel că:

$$V=1,1V_u\ [l] \qquad (2.8.64)$$

În cazul acționării automate a pompei de alimentare (la comanda nivostatului) se ține seamă de perioada T a unui ciclu de funcționare a pompei definită ca intervalul de timp cuprins între 2 porniri (sau opriri) succesive ale pompei, respectiv de numărul de cicluri n, mai precis de numărul maxim de porniri (frecvența) pe oră ale pompei, cunoscând că perioada este inversul frecvenței: $n=1/T$

Volumul util al rezervorului de înălțime are valoare maximă:

$$V_{u_{max}}=\frac{\dot{V}_p}{4n}\ [m^3] \qquad (2.8.65)$$

Volumul total necesar al rezervorului de înălțime este:

$$V=1,1\frac{\dot{V}_p}{4n}\ [m^3] \qquad (2.8.66)$$

Pe baza relației 2.8.66 se alege rezervorul de înălțime cu dimensiuni tipizate, sau se stabilesc aceste dimensiuni prin calcul de construcție a rezervorului, astfel ca volumul efectiv (construit) să fie cel puțin egal cu volumul total necesar. În anumite cazuri se pot adopta 2 rezervoare al căror volum efectiv însumat să fie egal cu volumul total necesar.

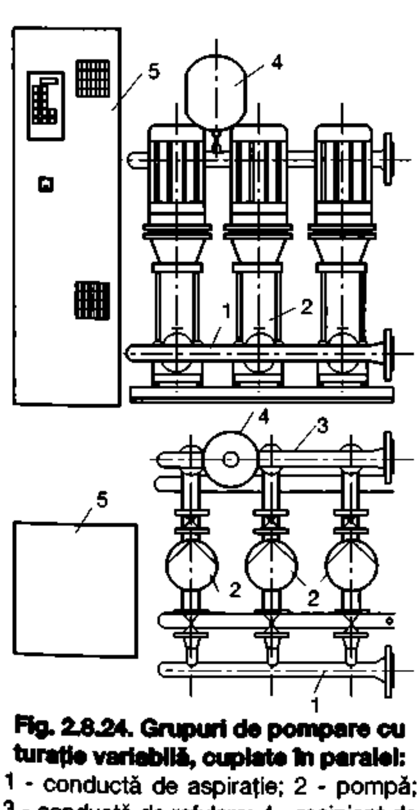


Fig. 2.8.24. Grupuri de pompare cu turație variabilă, cuplate în paralel: 1 - conductă de aspirație; 2 - pompă; 3 - conductă de refulare; 4 - recipient de hidrofor cu membrană; 5 - tablou electric de automatizare.

2.8.3.4 Particularități ale instalațiilor de pompare a apei necesară stingerii incendiului

În stațiile de pompare echipate cu pompe fixe de alimentare cu apă pentru stingerea incendiului, este obligatorie montarea unei pompe de rezervă, egală cu cea mai mare din grupul celor în funcțiune, în următoarele situații:

- construcții și grupuri de construcții la care debitul de apă pentru incendiu exterior depășește 20 l/s;
- construcții industriale sau civile care sunt prevăzute cu instalații automate de stingere (sprinklere, drencere sau pulverizatoare);
- clădiri civile și industriale la care pentru stingerea incendiului din interior se folosesc două jeturi simultane.

Este indicat ca fiecare pompă pentru stins incendiul să aibă conducta proprie de aspirație din rezervorul de apă.

Când se montează mai mult de 2 pompe, pentru 1 sau mai multe rețele, se admite prevederea unei conducte de aspirație - tip colector - prevăzută cu cel puțin 2 sorburi, calculate fiecare pentru întregul debit teoretic în caz de incendiu și astfel realizat încât, în cazul unei avarii la elementele componente, să se asigure funcționarea instalației la parametrii proiectați.

Refularea, respectiv legarea pompelor la rețelele de distribuție aferente, se face astfel:

- la instalațiile de stingere cu sprinklere, drencere sau apă pulverizată se prevede un distribuitor propriu instalației, separat și independent, alimentat prin minimum 2 conducte, fiecare asigurând debitul maxim necesar. Din acest distribuitor se alimentează instalațiile respective prin 2 conducte, dimensionate fiecare pentru întreg debitul;
- la instalațiile de stingere cu hidranți exteriori, respectiv cu hidranți interiori, se prevede câte 1 conductă proprie de refulare.

Din colector se pot alimenta și autovehicule de intervenție prin intermediul unui racord cu D_n 100 și a unui cămin tip *A* pentru alimentarea directă a pompelor mobile (STAS 9342).

Instalațiile automate de stingere a incendiului (drencere, sprinklere, apă pulverizată) vor avea asigurate debitele și presiunile de stingere pe tot timpul teoretic de intervenție prin stații de ridicare a presiunii, cu alimentare din 2 surse de energie (normală și de rezervă) și rezerva necesară de apă.

La instalațiile de pompare cu recipiente hidropneumatice de incendiu se prevăd 2 compresoare.

Compresoarele pentru instalații de sprinklere din sistemele de aer-apă trebuie să asigure umplerea cu aer a instalației în maximum 20 min.

Compresoarele pentru instalația de incendiu se prevăd cu acționare manuală și cu semnalizare a scăderii presiunii aerului. Se interzice acționarea automată a compresoarelor.

În cazurile când este obligatorie și nu se poate asigura a 2-a sursă de energie electrică (de rezervă), se montează pompe fixe cu motor cu ardere internă, cu pornire automată. Se admite, de asemenea, folosirea în acest scop a pompelor cu abur (în cazul când este asigurată alimentarea lor per-

manentă printr-o conductă separată, direct de la sursă).

Pompele pot fi acționate automat sau manual. În cazul în care pompele sunt acționate automat, se prevede, în mod obligatoriu, și acționarea manuală. Oprirea pompelor, în toate cazurile se face manual, din stația de pompare. Se admite oprirea automată în cazul lipsei de apă.

Pompele de incendiu cu pornire automată care servesc numai rețelele de hidranți exteriori se prevăd și cu dispozitive (butoane marcate corespunzător), care să permită acționarea lor cel mai târziu în 5 min de la darea semnalului de alarmă.

Timpul admis pentru manevrarea a maxim 2 robinete care permit utilizarea rezervei de incendiu din rezervoarele de acumulare pentru funcționarea hidranților este de asemenea de 5 min.

Acționarea pompelor destinate alimentării rețelelor de hidranți apă-aer se face prin butoane, amplasate la fiecare hidrant, care acționează și electrovana care delimitează rețeaua de apă de cea cu aer.

Instalațiile de incendiu independente (separate), prevăzute cu pompe cu pornire automată, se echipează și cu pompe pilot pentru debite mici, care să asigure acoperirea eventualelor pierderi din rețea și menținerea presiunii în instalație.

Pompele de incendiu care alimentează rețelele separate vor avea asigurată pornirea automată sau prin comandă din stația de pompare, serviciul de pompieri (dacă există) și din diferite puncte ale clădirii.

Oprirea pompelor se face manual, din stațiile de pompare, la terminarea incendiului.

Pentru acționarea pompelor de incendiu, care lucrează independent de presiunea din hidrofor, se prevăd butoane de pornire din casa pompelor și de la fiecare hidrant, iar oprirea se face din stațiile de pompare, prin acționare manuală, la terminarea incendiului.

Se admite oprirea automată în cazul lipsei de apă.

Pompele de incendiu se montează astfel încât nivelul rezervei de apă pentru incendiu să fie mai sus decât partea superioară a corpului pompei (pompă înecată).

Conductele de legătură între pompă și rezervor nu se montează deasupra nivelului rezervei de incendiu. Fac excepție pompele prevăzute cu sisteme de amorsare avizate de organele abilitate, care se montează conform indicațiilor producătorului.

Pentru încercarea periodică a pompelor de incendiu se recomandă asigurarea posibilității întoarcerii apei în rezervor.

Aparatele de automatizare și comandă, precum și tablourile electrice se protejează împotriva umidității, fie prin amplasarea în încăperi uscate la temperatura indicată de producător, fie prin montarea în cutii (dulapuri) capsulate.

Stațiile de pompare pentru apa de incendiu pot fi instalate în clădiri independente sau pot fi înglobate în clădiri civile sau industriale din categoriile C, D și E de pericol de incendiu sau alipite de acestea.

Încăperile stațiilor de pompare, înglobate sau alipite clădirilor cu alte destinații, se separă de restul clădirii prin pereți cu rezistența la foc de cel puțin 3 h și planșee cu o rezistență la foc de 1 h și 30 min, având acces direct din exterior. Se admite și comunicarea cu coridorul comun, printr-o ușă având limita de rezistență la foc de 1 h și 30 min.

Clădirile independente ale stațiilor de pompare vor fi de gradul I – II de rezistență la foc, iar în cazul în care există numai o pompă de incendiu, ele pot fi de gradul III de rezistență la foc.

Încăperile în care se găsesc pompele de incendiu se prevăd cu legătură telefonică cu serviciul propriu de pompieri, atunci când debitul de incendiu interior și exterior este mai mare de 20 l/s.

Indiferent de debit, încăperea stației de pompare se prevede și cu iluminat de siguranță pentru intervenții.

În stații se afișează instrucțiunile și schema de funcționare.

Echipamentul de rezervă (exclusiv pompa de rezervă) pentru ridicarea presiunii și asigurarea debitului de apă se montează într-o încăpere separată de cea a echipamentului normal, zidul de separare având o rezistență la foc de minimum 2 h.

În pereții de separare se pot prevedea uși de comunicare rezistente la foc de 1 h și 30 min. Similar se amplasează și separă și grupurile electrogene.

2.8.4. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se alege pompa pentru o instalație de hidrofor, cunoscând următoarele date:

- debitul de calcul: $\dot{V}_c$ = 16 l/s;
- sarcina hidrodinamică necesară: H_{nec} = 292,3 kPa;
- înălțimile geodezice de pompare a apei, la momentele pornirii, respectiv opririi pompei:

H_{gp} = -1,5 m, respectiv -14,71 kPa,
H_{go}=-1,05 m respectiv -10,3 kPa;

- pierderile totale de sarcină pe conducta de pompare a apei:

$h_{rp}...h_{ro}=h_r$=8,83 kPa.

Se va alege o pompă GRUNDFOS. Pompa aspiră apa dintr-un rezervor tampon deschis.

Rezolvare. Se determină înălțimile de pompare la pornirea pompei, H_{pp} și la oprirea pompei, aplicând relațiile 2.8.44 și 2.8.45 considerând:

$H_p \geq H_{nec}$, H_p=294,3 kPa,
$\Delta H = H_0 - H_p$=98,1 kPa
$H_o = H_p$+101,3=294,3+101,3=395,6 kPa;
H_a=0 kPa
$H_{pp}=H_p+|H_{gp}|+h_{rp}-H_a$=294,3-14,71+ +8,83-0=288,42 kPa
$H_{po}=H_o+|H_{go}|+h_{ro}-H_a$=395,6−10,3+ +8,83-0=394,13 kPa

Debitul de calcul al pompei este $\dot{V}_p=\dot{V}_c$=16 l/s =57,6 m³/h.

Din catalogul de pompe al firmei GRUNDFOS se alege pompa tip LPD100-

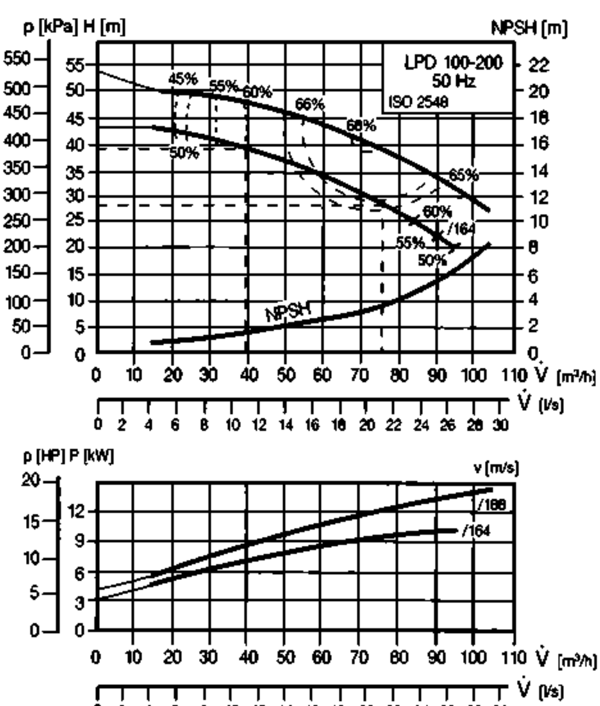


Fig. 2.8.25. Curbele caracteristice de debit, presiune și putere pentru pompa GRUNDFOS LPD 100-200.

200 (fig.2.8.25), având diametrul rotorului 164 mm.

Din punctele de ordonate H_{pp}=288,42 kPa și H_{po}=394,13 kPa se duc paralele la axa absciselor și la intersecția cu curba de sarcină a pompei se determină punctele de funcționare ale instalației, care au abscisele (debitele): $\dot{V}_{pp}$=74 m³/h; $\dot{V}_{po}$=40m³/h.

Debitul mediu pompat este : $\dot{V}_p=(\dot{V}_{pp}+\dot{V}_{po})/2=(74+40)/2=57$ m³/h.

Exemplul de calcul 2. Se determină volumul necesar, tipul și numărul recipientelor de hidrofor pentru instalația de pompare ale cărei date de calcul sunt cele din exemplul 1.

Rezolvare . Volumul necesar al recipientelor de hidrofor se calculează cu relația 2.8.48, în care: $\dot{V}_p$=57 m³/h; H_p=294,3 kPa; H_o=395,6 kPa; $H_i=H_p$-14,71=294,3--14,71=279,58 kPa, iar numărul de porniri/opriri pe oră ale pompei (frecvența) se alege n=12 h⁻¹. Rezultă:

$$V_{RH}=1{,}1\frac{\dot{V}_p}{4n}\cdot\frac{\left(H_0+101{,}3\right)\left(H_p+101{,}3\right)}{\left(H_0-H_p\right)\left(H_1+101{,}3\right)}=$$

$$=1{,}1\frac{57}{4\cdot 12}\cdot\frac{\left(395{,}6+101{,}3\right)\left(294{,}3+101{,}3\right)}{\left(395{,}6-294{,}3\right)\left(279{,}58+101{,}3\right)}=$$

$$=6{,}66 \quad m^3$$

Din tabelul 2.8.2 se aleg două recipiente de hidrofor, de construcție standardizată, având fiecare un volum de 3150 l (respectiv 3,15 m³), volumul total efectiv fiind V_{RH}=6,30 m³.

Exemplul de calcul 3. Se determină volumul necesar și dimensiunile rezervorului tampon deschis pentru instalația de hidrofor ale cărei date de calcul sunt redate în exemplele 1 și 2. Diametrul conductei de alimentare cu apă a rezervorului tampon deschis este D_i=139,7 mm, iar viteza medie a apei în această conductă este $v=1{,}20$ m/s. Considerând aceeași valoare a vitezei apei la trecerea prin robinetul cu plutitor, $v_1=v=1{,}20$ m/s, se determină diametrul robinetelor cu plutitor alegând N=4 robinete. Cunoscând că presiunea de utilizare la robinetele cu plutitor este h_u=41,2 kPa și coeficientul de debit m=0,68 se verifică condiția bunei funcționări a instalației de hidrofor.

Rezolvare. Aplicând formula 2.8.51, în care $\dot{V}_p=16$ l/s, volumul rezervorului tampon deschis va fi :

$V_{RTD}=150(10+\dot{V}_p)=150(10+16)=3900$ l.

Din tabelul 2.8.3 se alege un rezervor tampon deschis, de formă paralelipipedică model A tip III, cu capacitatea nominală de 4000 l și dimensiunile 2000x 2000x1000 mm .

Diametrul d_1 al robinetelor cu plutitor se determină aplicând formula (2.7.12):

$$d_1=\sqrt{\frac{4\cdot\dot{V}_{rp}}{3{,}14\cdot v_1}}$$

$$\dot{V}_{rp}=\frac{\dot{V}_p}{N-1}=\frac{16}{3}=5{,}33 \text{ l/s.}$$

$= 0{,}00533$ m³/s

un robinet se consideră defect

d_1=0,075 m = 75 mm; se alege d_1 = 88,9 m cu d_{int}=80,1 mm

Din relațiile 2.8.52 și 2.8.53 se calculează:

$$\dot{V}_{rp}(N-1)=(N-1)\mu\frac{\pi d_i^2}{4}\sqrt{2h_u}=$$

$$=3\times 0{,}68\frac{3{,}14\times 0{,}08^2}{4}\sqrt{2\times 41{,}2}=$$

$$=0{,}093\ m^3/s=93\ l/s$$

întrucât $\dot{V}_p$ = 16 l/s,
relația 2.8.53 este îndeplinită: $\dot{V}_1<\dot{V}_{rp}$.

2.9. Instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum

2.9.1. Soluții constructive și scheme de instalații

2.9.1.1 Elemente de bază pentru adoptarea soluțiilor constructive și schemelor de instalații

La adoptarea soluțiilor constructive de instalații centrale pentru prepararea apei calde de consum se ține seama de următoarele elemente:

- Necesarul specific de apă caldă de consum și durata efectivă a perioadei de consum [h], în funcție de destinațiile clădirilor;
- Mărimea și variația în timp a debitului;
- Temperaturile minimă necesară și, respectiv, maximă admisă ale apei calde de consum;
- Sursa de căldură pentru producerea agentului termic primar care poate fi: apă caldă din sistemul de încălzire centrală; apă fierbinte din rețeaua de termoficare; apă încălzită într-un circuit solar; apă geotermală; apă încălzită cu pompa de căldură; agenți termici (apă caldă, abur sau condensat) proveniți din procese tehnologice industriale; apă încălzită cu recuperatoare de căldură (tuburi termice, recuperatoare de căldură din gazele de ardere etc.);
- Variația în timp a debitului de căldură furnizat de sursă (agentul termic primar);
- Tipurile aparatelor folosite pentru prepararea apei calde de consum, care, pe lângă deosebirile constructive și dimensionale pot fi: cu acumulare (cu stocarea energiei termice în apa caldă de consum), cum sunt boilerele (orizontale sau verticale) sau fără acumulare, cum sunt schimbătoarele de căldură recuperative, cu circulația agenților termici în contracurent (în cazul utilizării apei calde sau apei fierbinți ca agenți termici primari).

Temperatura minimă necesară de utilizare a apei calde de consum este cuprinsă între 38 și 45 °C iar temperatura maximă de 55...60 °C. Este evident că dacă aparatele din instalație produc permanent apă caldă de consum cu debitele și presiunile necesare și cu temperatura mai mare sau cel puțin egală cu temperatura minimă de utilizare, nu este necesară acumularea apei calde. Dacă însă debitul de căldură furnizat de sursă (agentul termic primar) este mai mic decât debitul maxim orar de căldură necesar pentru prepararea apei calde de consum sau dacă există variații sau întreruperi în alimentarea cu căldură de către agentul termic primar, atunci este necesară acumularea apei calde de consum.

2.9.1.2 Instalații centrale de preparare a apei calde de consum, în sisteme cu acumulare

- *Instalații pentru prepararea apei calde de consum cu boilere montate în paralel*

Schema de funcționare a instalației este prezentată în fig. 2.9.1.

Utilizarea boilerelor pentru prepararea apei calde de consum se preconizează când consumul este neuniform în timp, fiind concentrat în anumite ore din timpul zilei.

Boilerul este un rezervor cilindric orizontal sau vertical în interiorul căruia este montată o serpentină prin care circulă agentul termic primar, care cedează căldura apei calde de consum.

Agenții termici încălzitori utilizați pot fi:

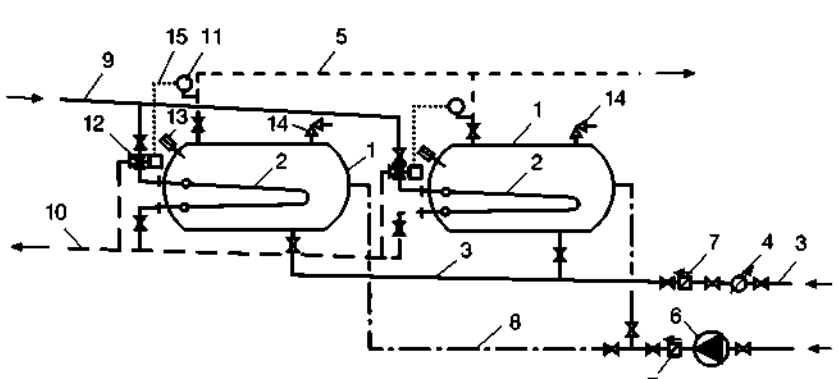


Fig. 2.9.1. Instalația pentru prepararea apei calde de consum folosind schimbătoare de căldură cu acumulare (boilere) montate în paralel:
1 - boiler; 2 - serpentina boilerului; 3 - conductă de alimentare cu apă rece; 4 - apometru; 5 - conductă de distribuție a apei calde de consum; 6 - pompă pentru circulația apei calde; 7 - clapetă de reținere; 8 - conductă de circulație a apei calde; 9 - conductă de ducere a apei calde pentru încălzire; 10 - conductă de întoarcere a apei calde pentru încălzire; 11 - termostat; 12 - ventil cu trei căi, acționat cu motor electric; 13 - termometru; 14 - ventil de siguranță; 15 - circuit electric.

apa caldă din sistemul de încălzire, apa fierbinte, aburul (de presiune joasă). De regulă, în centralele termice ale ansamblurilor de clădiri de locuit se utilizează, ca agent termic primar, apa caldă pentru încălzire, iar în clădiri industriale se poate utiliza apă caldă, apă fierbinte sau abur.

În cazul ansamblurilor de clădiri de locuit, boilerele se montează în centrala termică și sunt legate în paralel atât pe circuitul agentului termic primar cât și pe circuitul apei calde de consum. Circulația agentului termic primar (apă caldă pentru încălzire) prin interiorul serpentinelor boilerului, se poate face prin gravitație, datorită presiunii termice, în care caz boilerele se montează la o anumită înălțime deasupra cazanelor, sau cu pompe (circulație forțată) în acest caz boilerele pot fi verticale fiind montate pe postamente de susținere amplasate pe pardoseala centralei termice.

Analiza regimurilor de funcționare ale instalației se bazează pe bilanțul termic global al boilerului:

$$Q_s = Q_c + |Q_a| \text{ [J]} \qquad (2.9.1)$$

în care:

Q - este cantitatea totală de căldură cedată de agentul termic primar într-un interval de timp dat t [J];

$\dot{Q}_s$ - este debitul de căldură cedat de agentul termic [W];

Q_c - cantitatea de căldură preluată de apa caldă consumata din instalație la punctele de utilizare, în același interval de timp t [J];

$\dot{Q}_c$ - este debitul de căldură preluat de debitul de apă caldă de consum [W];

$|Q_a|$ - cantitatea de căldură transmisă masei de apa stocată în boiler, în același interval de timp t [J];

Din relația 2.9.1 rezultă:

- dacă $Q_c = Q_c(t) = 0$, când nu există consum de apă caldă din instalație, rezultă: $Q_s = Q_a$ (2.9.2)

în care $|Q_a| = Q_a$ și boilerul funcționează în regim de acumulare pe un interval de timp t_a în care întregul debit de căldură $\dot{Q}_s$ [W] cedat de agentul termic primar (de sursă) este preluat de masa de apă din boiler, care se încălzește continuu, mărindu-și energia internă, având loc un proces de stratificare termică, până când întreaga masă de apă din boiler atinge temperatura de 55...60 °C. Menținerea practic constantă a acestei temperaturi se obține cu ajutorul unui sistem de reglare automată, compus dintr-un termostat care comandă direct sau printr-un releu intermediar, un ventil cu 3 căi cu motor electric care reglează debitul de agent termic primar (fig. 2.9.1) în cazul când aceasta este apa caldă de încălzire sau apa fierbinte. Dacă agentul primar este aburul, se utilizează un ventil cu 2 căi cu motor electric, reglându-se debitul de abur;

- la începerea perioadei de consum,

când $0<\dot{Q}_c<\dot{Q}_{cmax.orar}$ din boiler se furnizează apa caldă, $|Q_a|=-Q_a$ și relația 2.9.1 de bilanț termic global devine:

$Q_s=Q_c+Q_a$ (2.9.3)

boilerul funcționând în regim de recuperare-acumulare pe un interval de timp t_{ra};

- la atingerea valorii debitului maxim orar de apă caldă consumată la punctele de utilizare, debitul de căldură $\dot{Q}_c(t)$ va deveni $\dot{Q}_{cmax}$ și $Q_a=0$, astfel că bilanțul termic global va fi:

$Q_s=Q_c$ [J] sau $\dot{Q}_s=\dot{Q}_c$ [W] (2.9.4)

și boilerul va funcționa pe un interval de timp t_r în regim de recuperare;

- când debitul de apă caldă consumată începe să scadă:

$\dot{V}_c(t)<\dot{V}_{cmax.orar}$,

o parte din debitul de căldură $\dot{Q}_s$ este transmis masei de apă din boiler pentru acumulare, astfel că $|Q_a|=Q_a$, bilanțul termic global devenind:

$Q_s=Q_c+Q_a$ (2.9.5)

și boilerul va funcționa în regim de acumulare-recuperare pe un interval de timp t_{ar}. În momentul întreruperii consumului de apă caldă, $Q_c(t)=0$ și boilerul intră din nou în regim de acumulare, bilanțul termic global fiind dat de relația 2.9.2.

• *Instalația pentru prepararea apei calde de consum cu aparate în contracurent și rezervoare (fără serpentine de încălzire) pentru stocarea energiei termice în apa caldă de consum*

Aparatul în contracurent și rezervorul de acumulare sunt montate în paralel (fig. 2.9.2), circulația apei prin aceste aparate fiind asigurată de o pompă. Debitele $\dot{V}$ de apă caldă distribuite în rețea și consumate la punctele de utilizare (armăturile obiectelor sanitare) sunt variabile în timp, $\dot{V}=\dot{V}(t)$ și anume $0\leq\dot{V}(t)\leq\dot{V}_{max.orar}$ în funcție de programul zilnic de furnizare a apei calde de consum, în care $\dot{V}_{max.orar}=\dot{V}_c$ este debitul maxim orar calculat cu relațiile 2.4.3 și 2.4.4. În consecință, prin rezervorul de stocare va circula un debit variabil de apă $\dot{V}_2$ (fig. 2.9.2) în funcție de variația debitului $\dot{V}=\dot{V}(t)$ și al cărui sens de circulație prin rezervor (de la *a* la *b* sau de la *b* la *a*) depinde de valoarea sarcinii hidrodinamice H_a a apei reci în punctul *a*, de valoare cunoscută.

Considerând sensul pozitiv al debitului $\dot{V}_2$ când curentul de apă circulă prin rezervorul de stocare de la *b* la *a*, rezultă:

$|\dot{V}_2|=-\dot{V}_{2max}=\dot{V}_1$ când $\dot{V}(t)=0$,

respectiv $H_b>H_a$ sau $H_b-H_a=\Delta H$

$|\dot{V}_2|=-\dot{V}_2=\dot{V}_1-\dot{V}(t)$ când $\dot{V}(t)<\dot{V}_1$,

respectiv $H_b>H_a$ sau $H_b-H_a>0$

$|\dot{V}_2|=0=\dot{V}_1-\dot{V}(t)$ când $\dot{V}(t)=\dot{V}_1$,

respectiv $H_b=H_a$ sau $H_b-H_a=0$;

$|\dot{V}_2|=\dot{V}_2=\dot{V}(t)-\dot{V}_1$ când $\dot{V}(t)>\dot{V}_1$,

respectiv $H_b<H_a$ sau $H_b-H_a<0$

$\dot{V}_{2max}=\dot{V}(t)_{max}-\dot{V}_{1max}$, când $\dot{V}(t)=\dot{V}_c$,

respectiv $H_a>H_b$ sau $H_a-H_b=\Delta H_{max}$

(2.9.6)

În fig. 2.9.3 a, b și c sunt prezentate graficele energetice ale instalației față de un plan de referință *(PR)* unic admis, planul de sarcină *(PS)* H_a fiind menținut același în cele trei situații redate prin condițiile 2.9.6. Se observă că în cazul $H_b>H_a$ când $0<\dot{V}(t)<\dot{V}_1$ instalația funcționează în regim de acumulare (sau de stocare a energiei termice) și de consum $\dot{V}_1-\dot{V}(t)=-\dot{V}_2$. În cazul $H_b<H_a$ când $\dot{V}(t)>\dot{V}_1$ instalația funcționează în regim de furnizare a energiei termice prin schimbătorul de căldură și din stoc prin debitele de apă caldă preluate din rezervor; la limită, când $\dot{V}(t)=\dot{V}_{max.orar}=\dot{V}_c$ din rezervor se preia debitul maxim $\dot{V}_{2max}$ de apă de consum. În cazul $H_b=H_a$ prin rezervor nu circulă apă ($\dot{V}_2=0$) și instalația funcționează în regim fără stocare și fără consum de energie termică din stoc.

Sistemul de ecuații care descrie funcționarea instalației este următorul:

$H(\dot{V})=|H_b-H_a|+M_1\dot{V}_1^2$ (2.9.7)

$|H_b-H_a|=M_2\dot{V}_2|\dot{V}_2|$ (2.9.8)

$\dot{V}=\dot{V}_1+|\dot{V}_2|$ (2.9.9)

în care:

$H(\dot{V}_1)$ - este înălțimea de pompare a pompei de circulație montată între rezervorul de acumulare și schimbătorul de căldură.

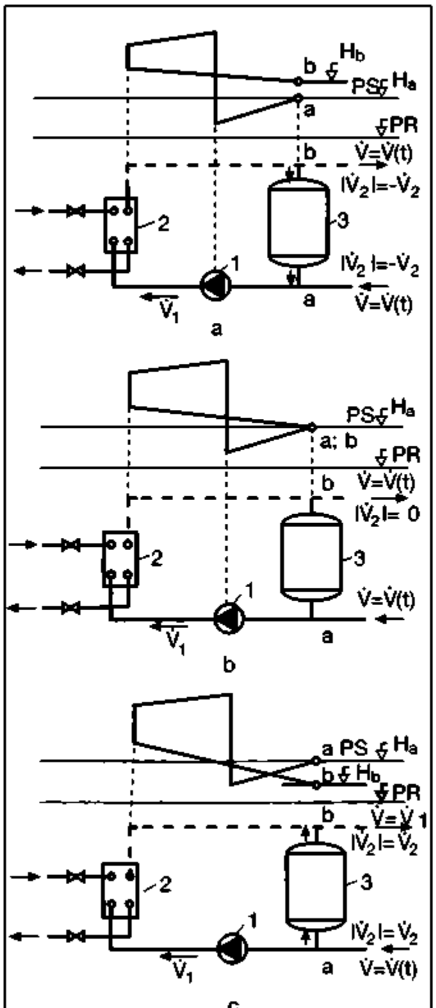


Fig. 2.9.3. Graficele energetice ale instalației pentru prepararea apei calde de consum folosind aparate în contracurent și rezervoare (fără serpentină de încălzire) pentru stocarea apei calde:

a - cazul $\dot{V}(t)<\dot{V}_1$; b - cazul $\dot{V}(t)=\dot{V}_1$; c - cazul $\dot{V}(t)>\dot{V}_1$;

1 - pompă de circulație a apei calde; 2 - schimbător de căldură în contracurent; 3 - rezervor.

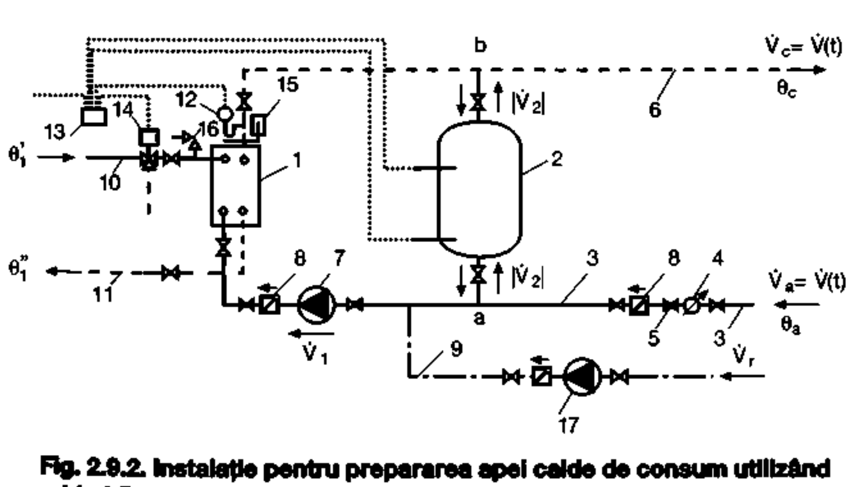


Fig. 2.9.2. Instalație pentru prepararea apei calde de consum utilizând schimbătoare de căldură în contracurent și rezervoare fără serpentină pentru acumularea apei calde:

1 - schimbător de căldură în contracurent; 2 - rezervor de acumulare a apei calde de consum (fără serpentină); 3 - conductă de alimentare cu apă rece; 4 - apometru; 5 - robinet; 6 - conductă de distribuție a apei calde de consum; 7 - pompă pentru circulația apei calde; 8 - clapetă de reținere; 9 - conductă de circulație a apei calde; 10 - conductă de ducere a apei calde pentru încălzire; 11 - conductă de întoarcere a apei calde pentru încălzire; 12 - termostat; 13 - releu electronic intermediar; 14 - ventil cu 3 căi, acționat cu motor electric; 15 - termometru; 16 - ventil de siguranță; 17 - pompă de circulație a apei calde.

Rezolvând sistemul de ecuații 2.9.7, 2.9.8 și 2.9.9 se obține expresia înălțimii de pompare $H(\dot{V}_1)$ ca funcție de debitul de apă caldă de consum $H(\dot{V})$:

$$H(\dot{V})=M_1\left[\dot{V}-\sqrt{|H_b-H_a|}\left(\frac{1}{\sqrt{M_2}}+\frac{1}{\sqrt{M_1}}\right)\right]\cdot$$

$$\cdot\left[\dot{V}-\sqrt{|H_b-H_a|}\left(\frac{1}{\sqrt{M_2}}-\frac{1}{\sqrt{M_1}}\right)\right] \qquad (2.9.10)$$

Pentru explicitarea modulului $|H_b-H_a|$ se folosește relația 2.9.8.

Determinarea grafică a punctelor de funcționare ale instalației este redată în fig. 2.9.4.

În condițiile regimului de stocare maximă a energiei termice, când $\dot{V}=\dot{V}(t)=0$, se obține înălțimea maximă de pompare:

$$H_{max}=(M_1-M_2)\dot{V}_1^2 \qquad (2.9.11)$$

Dacă $H_b=H_a$ (fig. 2.9.3 b) când $|\dot{V}_2|=0$ rezultă $\dot{V}(t)=\dot{V}_1$ și din relația 2.9.10 se obține înălțimea de pompare H până la care are loc regimul de stocare a energiei termice în apa din rezervor:

$$H^*=M_1\dot{V}_1^* \qquad (2.9.12)$$

Debitul maxim $\dot{V}_{2max}$ de apă caldă furnizată din stoc se realizează când debitul de apă caldă consumată la punctele de utilizare atinge valoarea $\dot{V}=\dot{V}(t)=\dot{V}_{maxorar}=\dot{V}_c$; în acest caz, sarcina hidrodinamică H_b are o valoare minimă dată de relația:

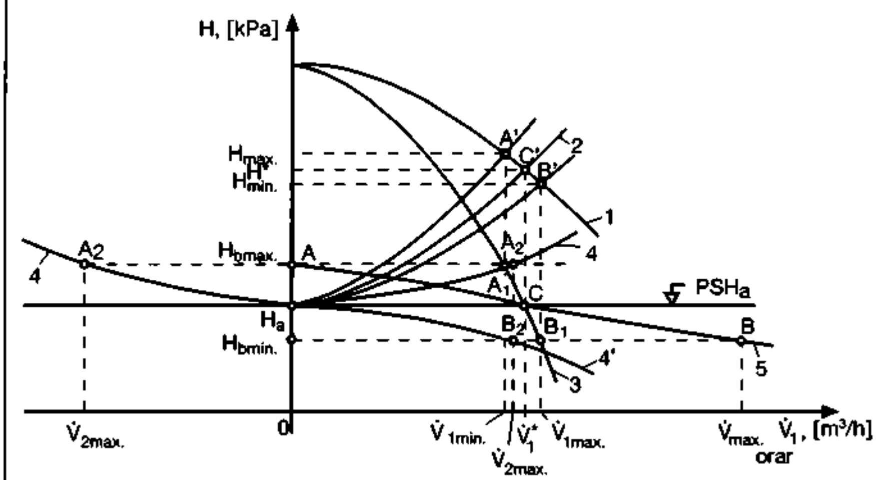


Fig. 2.9.4. Determinarea punctelor de funcționare a instalației pentru prepararea apei calde de consum cu schimbătoare de căldură în contracurent și rezervor de acumulare fără serpentină (fig. 2. 9. 3):
1 - curba caracteristică Q-H, a pompei; 2 - curba caracteristică Q-H, a rețelei; 3 - curba rezultată din scăderea ordonatelor curbei 2 din curba 1; 4 - curba caracteristică Q-H, a rețelei la circulația apei de la b la a; 4' - curba caracteristică Q-H, a rețelei la circulația apei de la a la b; 5 - curba caracteristică Q-H, pentru circulația prin schimbătorul de căldură și prin rezervorul de acumulare de la a la b.

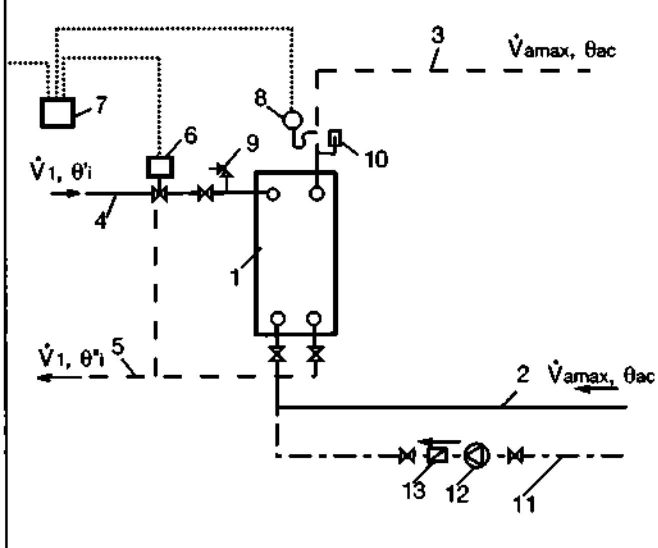


Fig. 2.9.5. Instalația de preparare a apei calde de consum într- o treaptă în paralel, racordată la rețeaua de termoficare:
1 – schimbător de căldură; 2 – conducta de alimentare cu apă rece; 3 – conducta de distribuție a apei calde de consum;4 – conducta de ducere a apei fierbinți din conducta de termoficare; 5 – conducta de întoarecere a apei fierbinți în conducta de termoficare; 6 – ventil cu trei căi acționat electric; 7 – releu electromagnetic; 8 – termostat; 9 – ventil de siguranță; 10 – termometru; 11 – conductă de circulație a apei calde; 12 - pompă de ciculație a apei calde; 13 – clapetă de reținere.

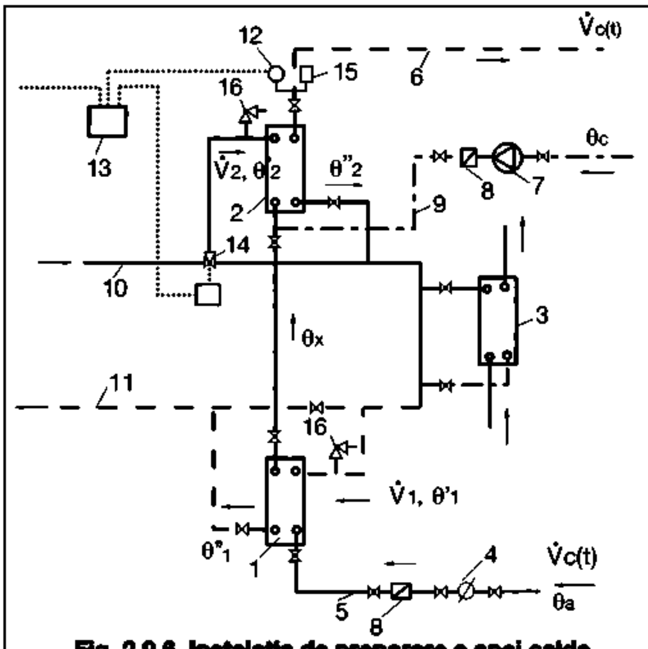


Fig. 2.9.6. Instalația de preparare a apei calde de consum în două trepte serie, racordată la rețeaua de termoficare:
1 - schimbător de căldură de preparare a apei calde de consum în prima treaptă; 2 - idem, în treapta a doua; 3 - schimbător de căldură pentru încălzire; 4 - contor; 5 - conducta de alimentare cu apă rece; 6 - conducta de distribuție a apei calde de consum; 7 - pompă de ciculație a apei calde; 8 - clapetă de reținere; 9 - conductă e circulație a apei calde; 10 - conducta de ducere a apei fierbinți din conducta de termoficare; 11 - conducta de întoarecere a apei fierbinți în conducta de termoficare; 12 - termostat; 13 - releu electromagnetic; 14 - ventil cu trei căi acționat electric; 15 - termometru; 16 - ventil de siguranță.

$$H_{bmin} \geq H_{nec} = \max(H_g + H_u + h_r) \qquad (2.9.13)$$

în care H_{nec} este sarcina necesară pentru alimentarea cu apă caldă a instalației interioare, în care h_r este suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe traseul de alimentare cu apă caldă de la punctul b (fig. 2.9.3 c) până la punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație [kPa].

Înlocuind în relația 2.9.4 valoarea minimă a sarcinii hidrodinamice H_{bmin} dată de relația 2.9.13 și debitul $\dot{V}=\dot{V}_{max.orar}$ se obține înălțimea minimă de pompare, $H_{min}=H(\dot{V}_{max.orar})$.

Debitul maxim al pompei va fi:

$$\dot{V}_{1max} = \dot{V}_{max.orar} - \sqrt{\frac{H_a - H_{bmin}}{M_2}} \qquad (2.9.14)$$

și cunoscând $\dot{V}_{1max}$ și H_{min} se poate alege pompa de circulație, din catalogul de pompe.

2.9.1.3 Instalații centrale de preparare a apei calde de consum, în sisteme fără acumulare

- *Instalații pentru preparare a apei calde de consum în schimbătoare de căldură, cu circulația agenților termici în contracurent, montate într-o treaptă*

Se folosesc schimbătoare de căldură cu plăci sau tubulare în contracurent, în care agentul termic primar este, de regulă, apa caldă sau fierbinte din sistemul de încălzire. În cazul folosirii schimbătoarelor de căldură tubulare în contracurent (fig. 2.9.5), apa caldă de consum circulă prin țevi, iar agentul termic primar prin spațiul dintre țevi și mantaua schimbătorului de căldură. Pentru reglarea temperaturii apei calde de consum θ_{ac} (fig. 2.9.5) se prevede un termostat care, printr-un releu electronic intermediar, comandă ventilul cu 3 căi cu motor electric montat pe conducta de agent termic primar, realizând reglarea proporțională de debit care restabilește permanent bilanțul termic al schimbătorului de căldură.

- *Instalații pentru prepararea apei calde de consum în 2 trepte, în serie, racordate la rețeaua de termoficare*

În schema de principiu a instalației (fig. 2.9.6), apa rece cu temperatura θ_a pătrunde în schimbătorul de căldură în contracurent montat în treapta întâi (fig. 2.9.6), încălzindu-se până la o temperatură intermediară θ_x astfel că $\theta_a<\theta_x<\theta_c$, în care θ_c este temperatura de utilizare a apei calde de consum, pe seama căldurii cedate de apa caldă preluată din conducta de întoarcere a rețelei de termoficare. În continuare, apa de consum se încălzește de la temperatura θ_x la temperatura θ_c în schimbătorul treptei a doua, în care se utilizează ca agent termic primar o parte de apă fierbinte care circulă prin conducta de ducere a rețelei

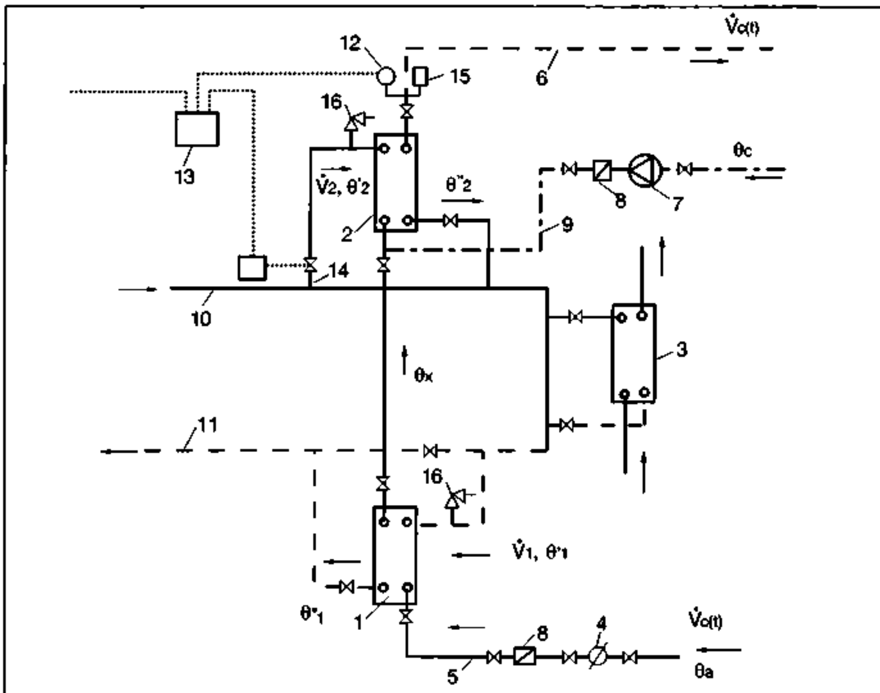


Fig. 2.9.7. Instalația de preparare a apei calde de consum în 2 trepte, serie-paralel, racordate la rețeaua de termoficare:
1 - schimbător de căldură în contracurent montat în treapta întâi; 2 - idem, în treapta a două; 3 - schimbător de căldură pentru încălzire; 4 - apometru; 5 - conductă de alimentare cu apă rece; 6 - conducta de distribuție a apei calde de consum; 7 - pompă pentru circulația apei calde; 8 - clapetă de reținere; 9 - conductă de circulație a apei calde; 10 - conductă de ducere a apei fierbinți din rețeaua de termoficare; 11 - conductă de întoarcere a apei fierbinți în rețeaua de termoficare; 12 - termostat; 13 - releu electromagnetic; 14 - ventil cu 2 căi, acționat cu motor electric; 15 - termometru; 16 - ventil de siguranță.

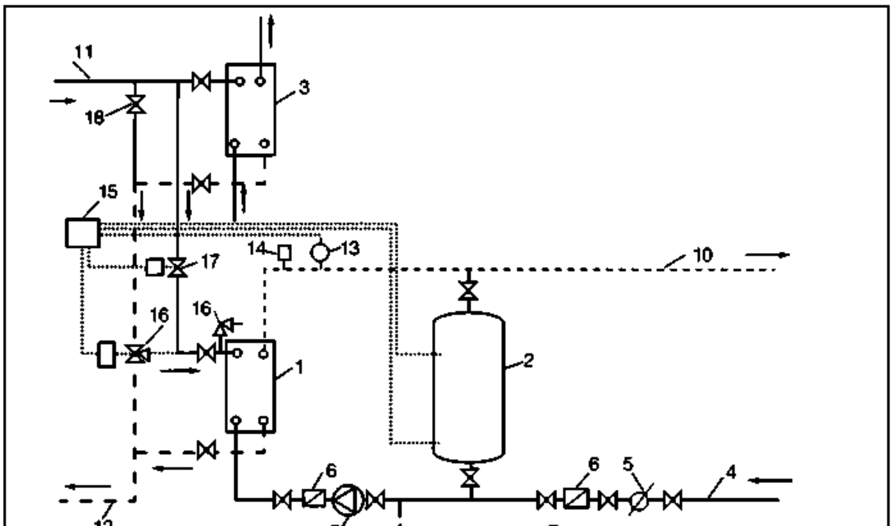


Fig. 2.9.8. Instalație de preparare a apei calde de consum într-o treaptă, în serie și cu injecție:
1 - schimbător de căldură în contracurent montat în treapta întâia; 2 - rezervor de acumulare a apei calde; 3 - schimbător de căldură pentru încălzire; 4 - conductă de apă rece; 5 - contor; 6 - ventil de reținere; 7 - pompă de circulație între schimbător de căldură și rezervorul de acumulare; 8 - pompă pentru circulația apei calde; 9 - conductă de circulație a apei calde; 10 - conductă de alimentare cu apă caldă; 11 - conductă de ducere a apei fierbinți din rețeaua de termoficare; 12 - conductă de întoarcere a apei fierbinți în rețeaua de termoficare; 13 - termostat; 14 - termometru; 15 - releu electromagnetic; 16 - ventil cu 3 căi, acționat cu motor electric; 17 - ventil cu 2 căi acționate cu motor electric, pe conducte de injecție; 18 - robinet pe conductă de ocolire a schimbătorului de căldură pentru încălzire pe perioada caldă.

de termoficare.

Această instalație prezintă avantajul utilizării raționale a căldurii transportate de apa fierbinte prin rețeaua de termoficare. Extrăgând căldura din apa fierbinte din conducta de întoarcere a rețelei de termoficare, se obține în final o îmbunătățire a randamentului centralei electrice de termoficare (CET).

Schema aceasta prezintă însă și o serie de dezavantaje cum sunt: pierderi totale de sarcină, relativ mari, în instalația de apă caldă de consum, din cauza montării în serie a celor 2 schimbătoare de căldură în contracurent; pomparea întregului debit de apă rece prin instalațiile de ridicare a presiunii apei la o presiune de regim mai mare.

Alt dezavantaj al schemei constă în reducerea temperaturii agentului termic pentru încălzire datorită necesarului de căldură pentru treapta a doua.

Pentru exploatarea rațională a instalației se prevede un sistem de reglare automată a temperaturii θ_c de utilizare a apei calde de consum, compus dintr-un termostat, care comandă direct sau printr-un releu electronic intermediar ventilul cu motor electric și 3 căi prin care se reglează debitul de agent termic primar pătruns în treapta a doua (fig. 2.9.6). Pentru recircularea apei calde de consum se prevede o pompă care aspiră apa din instalația interioară și o refulează în schimbătorul treptei a doua.

Calculul termic de alegere a schimbătoarelor de căldură pentru prepararea apei calde de consum montate în cele 2 trepte, este prezentat la pct. 2.9.3.5.

• *Instalații pentru prepararea apei calde de consum în două trepte serie-paralel, racordate la rețeaua de termoficare*

În schema de principiu (fig. 2.9.7), pe partea de apă rece și apă caldă de consum, schema din figura 2.9.7 este identică cu schema 2.9.6.

Diferența dintre cele 2 scheme este pe partea de agent termic, schimbătorul de căldură din treapta a doua fiind complet separat de cel pentru încălzire. În locul ventilului 14 cu 3 căi se utilizează un ventil cu 2 căi, iar conducta de întoarcere a agentului termic la schimbătorul de căldură din treapta a doua se leagă la conducta 11, de întoarcere a apei fierbinți la rețeaua de termoficare.

Treapta a doua nu mai determină reducerea temperaturii agentului termic pentru încălzire, dar necesită un debit suplimentar de agent termic primar.

• *Instalații pentru prepararea apei calde de consum într-o treaptă, în serie cu injecție, racordate la rețeaua de termoficare*

Schema de principiu (fig. 2.9.8) poate fi aplicată cu sau fără acumularea apei calde. Necesitatea acumulării este determinată de raportul dintre debitul mediu zilnic și debitul maxim orar.

Prin aplicarea acestei scheme, se reduce dezavantajul creșterii pierderilor totale de sarcină în instalația de apă caldă de consum datorită treptei a doua.

Injecția de agent primar prin ventilul cu două căi 17, se face numai în zilele de consum maxim și în orele de vârf de consum. Debitul suplimentar de agent termic pentru injecție este același cu debitul de agent termic pentru treapta a doua de la schema serie-paralel (fig. 2.9.7).

Pentru partea de încălzire a schemei,

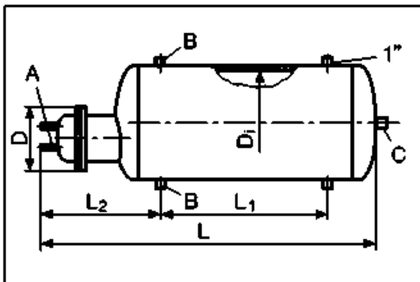


Fig. 2.9.9 a. Boiler orizontal cu gât, (dimensiuni tabelul 2.91).

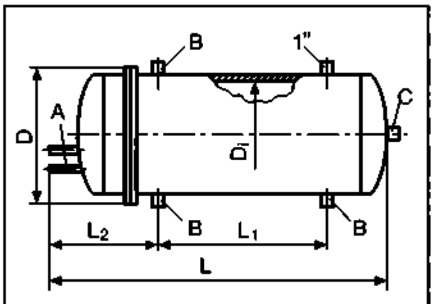


Fig. 2.9.9 b. Boiler orizontal fără gât, (dimensiuni tabelul 2.9.1).

Tabelul 2.9.1. Dimensiunile principale ale boilerelor orizontale

Tipul boilerului	Capacitatea [l]	P_n [bar]	Dimensiunile [mm]					Dimensiunile racordurilor [in]			Suprafața de încălzire a registrului [m²]	Masa [kg]
			D_i	D	L	L_1	L_2	A	B	C		
I Boilere cu gât	160	10	450	560	1250	600	370	1	1 1/2	1	0,711	123
	250	10	500	630	1480	800	380	1	1 1/2	1	0,890	134
	400	6/10	600	730	1615	900	410	1 1/2	1 1/2	1	1,220	189/219
	630	6/10	700	830	1885	1100	435	1 1/2	1 1/2	1	1,170	253/282
II Boilere fără gât	800	6/10	800	630	2100/2110	1100	623	2	2 1/2	1 1/4	1,750	246/274
	1000	6/10	800	630	2510/2525	1500	623	2	2 1/2	1 1/4	2,200	289/325
	1600	6/10	1000	630	2650/2675	1500	709	2 1/2	2 1/2	1 1/4	2,938	430/496
	2000	6/10	1100	730	2725/2740	1500	739	2 1/2	2 1/2	1 1/4	2,940	470/610
	2500	6/10	1200	730	2715/2730	1500	806	2 1/2	3	1 1/4	4,400	567/706
	3150	6/10	1200	730	2715/2730	2100	806	3	3	1 1/2	5,950	713/917
	4000	6/10	1300	730	3615/3640	2300	836	3	4	2	6,450	800/1130
	5000	6/10	1400	730	3875/3890	2500	856	3	4	2	7,000	1036/1310

Observații:
1. Țeava elementului încălzitor este 34×3 mm
2. În masa boilerelor este inclusă și masa elementului încălzitor

a se vedea datele prezentate în volumul de instalații de încălzire.

2.9.2. Materiale și echipamente pentru instalații centrale de preparare a apei calde de consum

2.9.2.1 Schimbătoare de căldură

• *Boilere*

Boilerele sunt recipiente metalice, închise (funcționând sub presiune), de formă cilindrică, orizontale sau verticale.

În interiorul boilerului este montată serpentina (sub formă de registru) de încălzire, prin care circulă agentul termic primar.

Boilerele orizontale produse în țară pot fi cu gât (fig. 2.9.9 a) sau fără gât (fig. 2.9.9 b) și au capacitățile și dimensiunile standardizate (tab. 2.9.1).

Boilerele verticale (fig. 2.9.10) au capacitățile și dimensiunile redate în tabelul 2.9.2.

• *Schimbătoarele de căldură*

Pentru prepararea apei calde de consum se folosesc diferite tipuri de schimbătoare de căldură recuperative (de suprafață) cu plăci și tubulare;

Firma SCHMIDT-BRETTEN produce schimbătoare de căldură cu plăci și garnituri de etanșare importate din Germania, plăcile de presiune, șasiul, flanșele și alte părți componente fiind produse în țară.

Se importă schimbătoare de căldură cu plăci tip ALFA-LAVAL, CIAT etc.

În fig. 2.9.11 se prezintă un schimbător de căldură cu plăci SCHMIDT-BRETTEN, iar în tabelul 2.9.3 se găsesc tipurile de schimbător SCHMIDT-BRETTEN cu principalele caracteristici.

Firma SCHMIDT-BRETTEN produce de asemenea echipamente modulate pentru prepararea apei calde de consum. În fig. 2.9.12, se prezintă schema și echipamentul unui modul SCHMIDT-BRETTEN pentru producerea apei calde de consum. În schemă sunt prezentate în plus rezervorul de acumulare a apei calde de consum și pompa de circulație a apei calde de consum, care ca echipamente sunt opționale. Modulele produse au o putere termică cuprinsă între 105 și 635 kW și capacitatea rezervorului de acumulare cuprinsă între 300 și 2500 l.

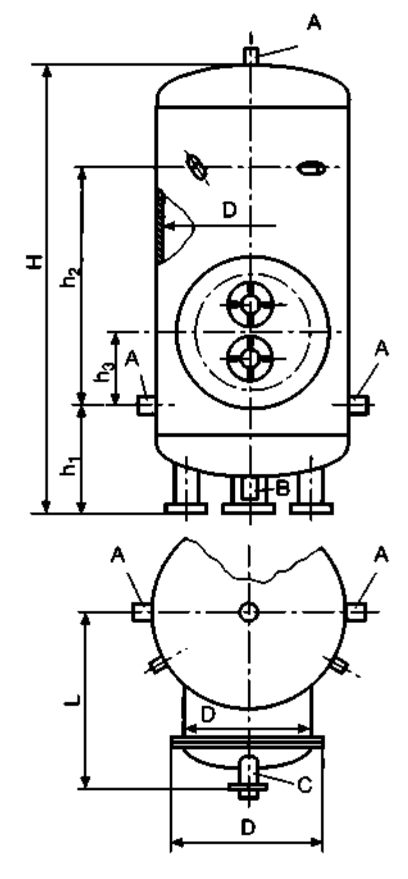


Fig. 2.9.10. Boiler vertical (dimensiuni tabelul 2.9.2).

Aparatele în contracurent (tip ICMA) cu țevi din alamă (fig. 2.9.13) sunt alcătuite din tronsoane tip având 7, 19, 31, 55 sau 85 țevi din alamă pe tronson. Apa caldă de consum circulă prin interiorul țevilor iar agentul termic primar (apa caldă de încălzire sau apa fierbinte) printre țevi.

2.9.2.2 Pompe de circulație a apei calde de consum

Pentru circulația apei calde de consum se folosesc pompe centrifuge monoetajate, ale căror caracteristici tehnice sunt redate în cataloagele firmelor producătoare de pompe (WILO, GRUNDFOS etc.).

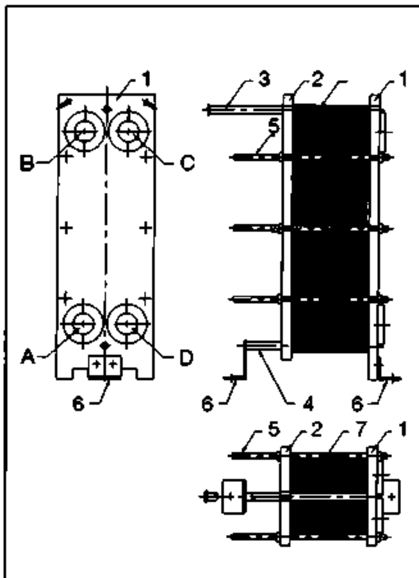


Fig. 2.9.11. Schimbător de căldură cu plăci tip SCHMIDT-BRETTEN.
A, B, C, D: racorduri intrare/ieșire agenți termici; 1 - placa frontală (fixă); 2 - placa mobilă; 3 - ghidaj superior; 4 - ghidaj inferior; 5 - tirant; 6 - suport; 7 - pachet plăci.

Tabelul 2.9.2. Dimensiunile principale ale boilerelor verticale

Capacitatea [l]	P_n [bar]	Dimensiunile [mm]								Dimensiunile racordurilor [in]			A_r [m²]	Masa [kg]
		D_i	D	D_1	H	h_1	h_2	h_3	L	A	B	C		
800	6	800	590	450	1935	435	710	400	1263	2 1/2	1	2	7,20	380
	10		610						1273				7,23	420
1000	6	800	590	450	2335	445	710	400	1263	2 1/2	1	2	7,20	414
	10		610						1273				7,23	460
1600	6	1000	590	450	3440	495	710	400	1465	2 1/2	1	2 1/2	8,90	551
	10		610						1475				8,92	626
2000	6	1100	590	450	2490	530	710	400	1565	2 1/2	1	2 1/2	9,73	603
	10		610						1575				9,76	760
2500	6	1200	590	450	2540	555	710	400	1665	2 1/2	1	2 1/2	10,57	668
	10		610						1677				10,60	832
3150	6	1200	590	450	3140	555	710	400	1665	3	1	2 1/2	10,57	783
	10		610						1677				10,60	963
4000	6	1300	590	450	3390	580	710	400	1767	4	1	3	11,42	848
	10		610						1777				11,44	1189
5000	6	1400	590	450	3645	605	710	400	1867	4	1	3	12,26	1065
	10		610						1879				12,29	1369

Observații:
A_r=Suprafața maximă a registrelor care se pot monta

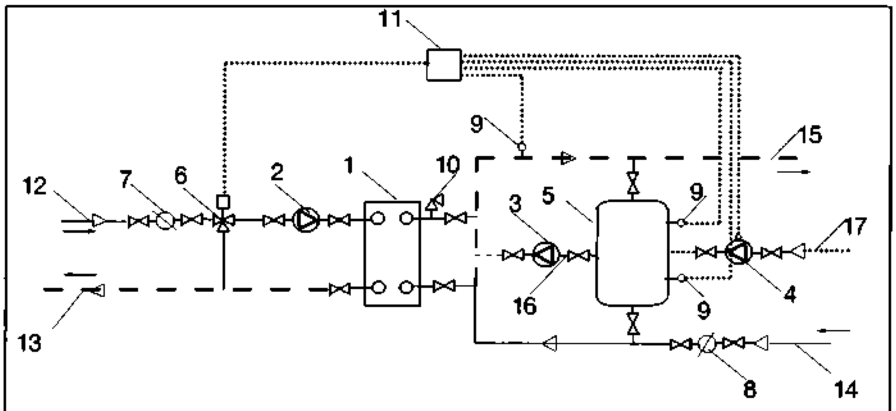


Fig. 2.9.12. Schema și echipamentul unui modul SCHMIDT-BRETTEN pentru prepararea apei calde de consum:
1 – schimbător de căldură cu plăci; 2 – pompă de circulație a agentului primar; 3 – pompă de circulație a apei calde de consum dintre rezervorul de acumulare a apei calde și schimbătorul de căldură; 4 – pompă de recirculare a apei calde; 5 – acumulator de apă caldă de consum; 6 – ventil cu 3 căi; 7 – contor de energie termică ultrasonic, 8 – debitmetru de apă rece; 9 – senzor de temperatură; 10 – ventil de siguranță; 11 – tablou electric și regulator electronic; 12- conductă de tur agent termic primar; 13 - conductă de retur agent termic primar; 14 – conductă de alimentare cu apă rece; 15 – conductă de distribuție a apei calde de consum; 16 – conductă de circulație a apei calde între acumulatorul de apă caldă și schimbătorul de căldură; 17 – conductă de recirculație a apei calde de consum.

2.9.2.3 Armături de închidere, reglare, siguranță și control

În instalațiile de distribuție și circulație a apei calde de consum se folosesc aceleași tipuri de robinete de închidere, reglare, siguranță și control, ca și în instalațiile de distribuție a apei reci.

2.9.3. Calculul instalațiilor centrale de preparare a apei calde de consum

2.9.3.1 Debitul de calcul pentru apa caldă de consum

Necesarul specific de apă caldă de consum, în funcție de destinațiile clădirii (de locuit, social - culturale, administrative și industriale) este dat în tabelele 2.4.25 și 2.4.26.

Pentru dimensionarea instalației de preparare a apei calde de consum este necesar să se cunoască variația debitului de apă caldă pe durata perioadei de consum (cronograma de consum). Pentru trasarea acesteia se folosesc valorile coeficienților p [%] de variație orară a consumului de apă caldă din ziua cu cel mai mare consum, în procente din consumul zilnic, date în tabelele 2.7.3 a și 2.7.3 b. Debitul de calcul pentru apa caldă de consum se stabilește cu relațiile 2.4.3...2.4.8 și cu ajutorul tabelelor 2.4.27 și 2.4.28. Debitul de calcul astfel determinat reprezintă procentul cel mai mare din debitul zilei cu cel mai mare consum; se consideră valorile procentelor p [%] cu care, multiplicând debitul zilnic se determină variația debitului de apă caldă pentru toate orele din timpul zilei de consum maxim.

2.9.3.2 Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum

Debitul orar de căldură $\dot{Q}_c$ [J/s;W], necesar pentru prepararea apei calde de consum, se calculează cu relația:

$$\dot{Q}_c = \dot{M}_c\,(\theta_c - \theta_a)\ \text{[J/s;W]} \qquad (2.9.15)$$

în care:

- $\dot{M}_c$ - este debitul de apă caldă de consum [kg/s];
- c - căldura specifică a apei calde de consum [J/kg·K];
- θ_c - temperatura apei calde de consum la ieșirea din schimbătorul de căldură (boiler sau aparat în contracurent) [°C];
- θ_a - temperatura apei reci la intrarea în schimbătorul de căldură [°C].

Temperatura de calcul a apei reci θ_a se consideră +5 °C în cazul în care instalația de preparare se dimensionează corespunzător temperaturilor nominale de preparare a apei calde sau fierbinți din sistemul de încălzire centrală (95-75 °C; 135-80 °C sau 120-80 °C) și de +10 °C în cazul în care se consideră temperatura de ducere a apei în rețeaua de termoficare de 70; 65 °C, corespunzător punctului de frângere a graficului de reglare calitativă.

Temperatura de calcul a apei calde de consum θ_c depinde de temperaturile agentului termic primar; θ_c=*60* °C dacă agentul termic primar este apă caldă din sistemul de încălzire centrală sau apă fierbinte din rețeaua de termoficare, θ_c=*45-50* °C dacă agentul termic primar este apă încălzită într-un circuit solar etc.; oricare ar fi agentul termic primar, θ_{cmin}=*38...45* °C, care este temperatura minimă de utilizare a apei calde de consum în scopuri menajere.

2.9.3.3 Calculul termic al boilerului

• *Calculul cantității de căldură transmisă apei în regim de acumulare a energiei termice*

Pentru calculul cantității de căldură, Q_a [J] transmisă apei în regim de acumulare a energiei termice, se aplică metoda diferențelor valorilor cumulate ale cantităților de căldură Q_s [J] furnizate de sursă (agentul termic primar) respectiv Q_c [J] consumată, pe durata zilei de consum maxim:

$$|Q_a| = Q_s - Q_c\ \text{[J]} \qquad (2.9.16)$$

și evident, pentru dimensionarea acumulatoarelor (boilere sau rezervoare fără serpentină) se consideră valoarea cea mai mare a diferenței respective $|Q_a|_{max}$.

Calculul se poate efectua analitic, ordonându-l sub formă de tabel sau grafic considerând în abscisă timpul [h], iar în ordonată cantitatea de căldură [kJ].

Debitul orar de căldură furnizat de sursă $\dot{Q}_s$ se determină (sau se alege) astfel încât cantitatea de căldură acumulată furnizată de sursă Q_s să fie egală cu cantitatea de căldură cumulată Q_c, necesară încălzirii apei consumată din instalație pe durata de timp t, luată în calcul.

La determinarea cantității de căldură cumulată furnizată de sursă Q_c, se ține seama dacă sursa are funcționare continuă sau intermitentă (după un anumit program). În cazul funcționării continue a sursei, cantitatea de căldură Q_s se reprezintă grafic printr-o dreaptă înclinată al cărei coeficient unghiular este numeric egal cu debitul de agent termic primar. La un coeficient unghiular mai mic corespunde o

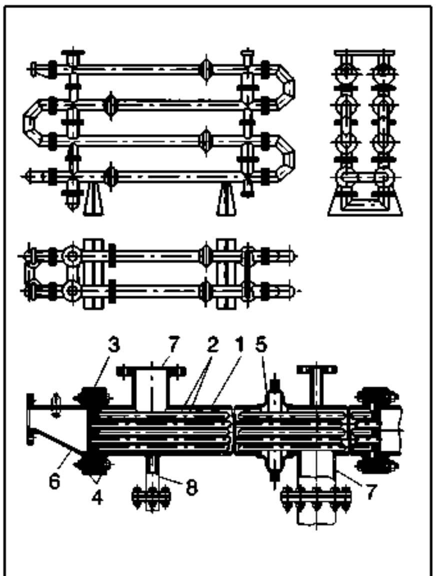


Fig. 2.9.13. Schimbător de căldură tubular cu un detaliu de tronson tip pentru aparat în contracurent:
1 - manta tubulară; 2 - țevi interioare; 3 - placă tubulară; 4 - flanșe; 5 - compensator de dilatare cu racord pentru robinet de aerisire; 6 - racord pentru apă caldă de consum; 7 - racord pentru agentul termic primar; 8 - suport pentru susținere, din țeavă.

acumulare mai mare și invers.

• *Calculul volumului necesar și alegerea boilerelor*

Volumul necesar al boilerelor V se calculează cu relația:

$$V = \frac{|Q_a|_{max}}{c \cdot \rho \left(\theta_{c\,max} - \theta_{c\,min}\right)} \quad [m^3] \qquad (2.9.17)$$

în care:

$|Q_a|_{max}$ - este cantitatea de căldură transmisă apei stocate în boiler [J] pe durata unei zile de consum maxim;

c - căldura specifică a apei calde de consum [J/kg·K];

ρ - densitatea apei din boiler [kg/m³];

$\theta_{c\,max}$ - temperatura maximă admisă a apei calde în boiler ($\theta_{c\,max}$=60 °C)

θ_a - temperatura minimă a apei calde din boiler ($\theta_{c\,min}$=38...45 °C).

- agentul termic primar este apa caldă pentru încălzire, având temperaturile 95/75 °C și poate încălzi în timp de 2 h întregul volum de apă din boiler, de la temperatura de +10 °C la +60 °C;

- coeficientul global de transmitere a căldurii U, de la agentul termic primar la apa de consum, prin serpentina boilerului, are o variație neglijabilă în funcție de variația temperaturii și a debitului de apă;

- se neglijează efectul stratificării termice a apei din boiler.

Boilerele se aleg din tabelele 2.9.1 sau 2.9.2 cunoscând volumul necesar rezultat din calcul.

• *Variația temperaturii apei calde din boiler*

În general, se consideră că temperatura minimă admisă a apei calde din boiler este egală cu temperatura minimă admisă pentru consum și anume $\theta_{c\,min}$=38...45 °C.

În baza ipotezelor simplificatoare menționate la pct. *b*, temperatura apei calde din boiler, θ_c, se calculează cu relația:

$$\theta_c = \theta_{c\,min} + \frac{|Q_a|}{c\rho V} \; [°C] \qquad (2.9.18)$$

în care:

$|Q_a|$ - se determină pentru 1h în perioada de consum; $\theta_{c\,min}$=+38 °C, iar celelalte mărimi au semnificațiile cunoscute.

În fig. 2.9.14 sunt reprezentate diagramele de variație $\theta=\theta(t)$ și, la un moment t, legătura cu diagrama $\theta=\theta(A)$ în care:

θ_1' - este temperatura agentului termic primar la intrarea în serpentina boilerului;

θ_{1i}'' și θ_{1f}'' - temperaturile inițială, respectiv finală ale agentului termic primar la ieșirea din serpentina boilerului iar

θ - temperatura apei calde de consum din boiler, la momentul t.

Dacă în locul diferenței medii logaritmice de temperaturi $(\Delta T)_m$ se consideră $\Delta T=\theta_m-\theta$ în care $\theta_m=(\theta_1'+\theta_1'')/2$ și se explicitează bilanțul termic al boilerului dat de relația 2.9.1, după efectuarea calculelor, pentru cazul când boilerul funcționează în regim de acumulare, se obține:

$$\theta=\theta_m - \left(\theta_m - \theta_{c\,min}\right)e^{\frac{UA}{c\rho V}t} \quad [°C] \qquad (2.9.19)$$

din care, se deduce timpul de acumulare până la temperatura θ_{cmax}:

$$t_a = \frac{c\rho V}{UA} \ln \frac{\left(\theta_m - \theta_{c\,min}\right)}{\left(\theta_m - \theta_{c\,max}\right)} \quad [h] \qquad (2.9.20)$$

în care:

A - este suprafața de schimb de căldură a serpentinei boilerului [m²];

U - coeficientul global specific de transmitere a căldurii de la agentul termic primar la apa caldă de consum [W/m²·K];

2.9.3.4 Calculul volumului (capacității) rezervoarelor (acumulatoarelor) de apă caldă (fără serpentină interioară de încălzire)

Întrucât în instalație, rezervoarele de apă caldă sunt legate în paralel cu aparatele în contracurent, determinarea cantității de căldură Q_a, care trebuie acumulată, în funcție de cantitatea de căldură cumulată, furnizată de sursă Q_s, se obține prin calculul tehnicoeconomic, punând condiția de minimum a costurilor totale anuale de investiție și de exploatare a întregii instalații. S-a constatat că această condiție corespunde unor debite de căldură instalate de 50...60 % din debitul de căldură maxim orar.

Volumul necesar al acumulatoarelor V_{ac} [m³] se poate calcula cu relația 2.9.17 în care se va considera θ_{cmin}=+10 °C, iar Q_a este cantitatea de căldură transmisă apei acumulate în rezervor.

Rezervoarele (acumulatoarele) verticale fără serpentină se aleg din tabelul 2.8.2 cunoscând volumul necesar V_{ac} [m³] rezultat din calcul. Pentru capacități mai mari de 1 m³, se recomandă alegerea a cel puțin 2 acumulatoare de aceeași capacitate, al căror volum total să fie cel puțin egal cu volumul necesar, pentru a asigura continuitatea funcționării instalației în timpul exploatării, când unul din rezervoare se află în revizie tehnică.

2.9.3.5 Calculul termic al schimbătoarelor de căldură recuperative, cu circulația agenților termici în contracurent

• *Calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent montate într-o singură treaptă*

Calculul termic de alegere a aparatului în contracurent constă în determinarea suprafeței necesare de schimb de căldură, cu relația:

$$A = \frac{\dot{Q}_s}{U\left(\Delta T\right)_m \varphi} \quad [m^2] \qquad (2.9.21)$$

în care:

$\dot{Q}_s$ - este sarcina termică a aparatului în contracurent [W];

U - coeficientul global de transmitere a căldurii [W/m²K];

$(\Delta T)_m$ - diferența de temperaturi, medie logaritmică [K];

φ - coeficient de compensare a depunerii

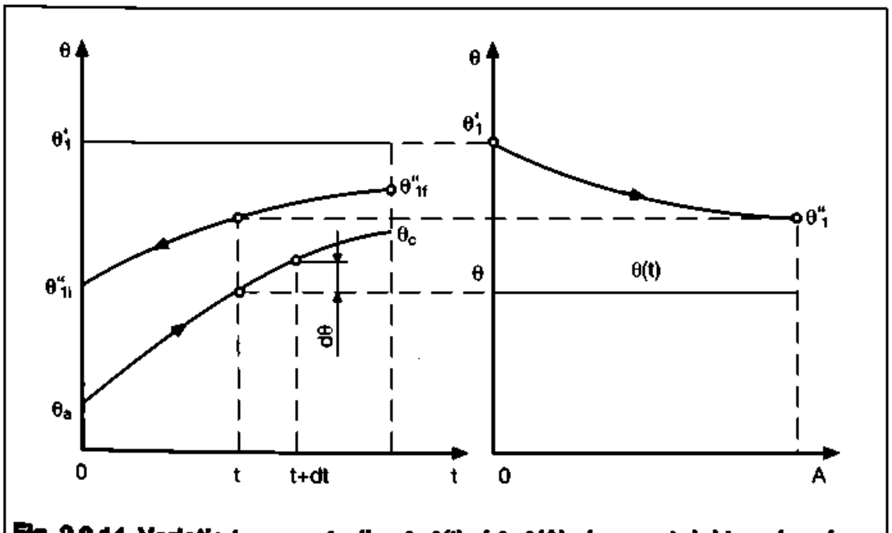


Fig. 2.9.14. Variația temperaturilor θ=θ(t) și θ=θ(A) ale agentului termic primar și respectiv, apei calde de consum din boiler.

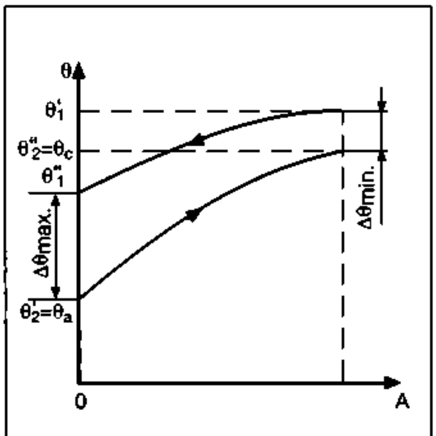


Fig. 2.9.15. Variația temperaturilor agenților termici pe suprafața de schimb de căldură.

de piatră pe suprafața de încălzire;

φ=0,9 - pentru schimbătoarele de căldură cu plăci și,

φ=0,8 - pentru schimbătoarele de căldură cu țevi de alamă.

Diferența de temperatură medie logaritmică (fig. 2.9.16) se poate calcula cu relația:

$$\left(\Delta T_m\right)=\frac{\left(\Delta T_{max}-\Delta T_{min}\right)}{2,3\lg\frac{\Delta T_{max}}{\Delta T_{min}}}\ [K] \quad (2.9.22)$$

în care s-a notat:

θ_1', θ_1'' - temperaturile agentului termic primar la intrarea, respectiv ieșirea din schimbător (fig. 2.9.15);

θ_2', θ_2'' - temperaturile apei de consum la intrarea ($\theta_2'=\theta_a=+10$ °C), respectiv ieșirea ($\theta_2''=\theta_{cmax}=55...60$ °C) din schimbător.

Pentru cazul aparatelor în contracurent montate într-o treaptă în serie cu aparatele în contracurent pentru încălzire, temperatura agentului termic primar θ_1' la intrarea în schimbătorul de căldură pentru prepararea apei calde de consum, este egală cu temperatura agentului termic la ieșirea din schimbătorul de încălzire. Temperatura θ_1', în cazul racordării la rețeaua de termoficare, corespunde punctului de frângere a graficului de reglare calitativă, care are valoarea de cca 65 °C.

Pentru cazul aparatelor în contracurent montate într-o treaptă, în paralel cu aparatele în contracurent pentru încălzire, temperatura θ_1', în cazul racordării la rețeaua de termoficare este de 70 °C.

Diferența de temperaturi medie logaritmică $(\Delta T)_m$ se poate determina și grafic, cu ajutorul nomogramei din fig. 2.9.16, calculând în prealabil ΔT_{max} și ΔT_{min} cu ajutorul fig. 2.9.15.

Coeficientul global de transmitere a căldurii U se poate calcula analitic sau grafic. Pentru calculul analitic se aplică relația:

$$U=\frac{1}{\frac{1}{\alpha_1}+\frac{\delta_{Am}}{\lambda_{Am}}+\frac{1}{\alpha_2}}\ \left[\frac{W}{m^2K}\right] \quad (2.9.23)$$

în care:

δ_{Am}/λ_{Am} - reprezintă rezistența termică conductivă a peretelui țevii din alamă de grosime δ_{Am} și conductivitate termică λ_{Am},

α_1 și α_2 - coeficienții de schimb superficial de căldură, se calculează cu relațiile criteriale cunoscute, pentru cazul convecției forțate a agentului termic primar (α_1), respectiv a apei de consum (α_2), în curgerea laminară, tranzitorie sau turbulentă, corespunzător valorilor criteriului Reynolds.

Pentru calculul coeficenților α_1 și α_2, în literatura tehnică de specialitate se dau relații de calcul criteriale de tipul:

$$Nu=C\cdot Re^m\cdot Pr^n\cdot(\nu/\nu_a)^p$$

$$\alpha=Nu\cdot\lambda/d_e$$

$$Re=v\cdot d_e/\nu$$

în care:

C, m, n, p - sunt constante experimentale;

Nu - criteriul Nusselt;

Re - criteriul Reynolds;

Pr - criteriul Prandtl;

ν - coeficentul cinematic de visozitate [m²/s];

λ - coeficient de conductivitate termică a apei calde sau a agentului termic [W/m·K];

v - viteza de circulație a apei calde sau a agentului termic prin canalele dintre plăci [m/s];

d_e - diametrul echivalent [m].

Pentru schimbătoarele cu plăci, diametrul echivalent se calculează cu relația:

$d_e = d/\varphi$

în care:

d - este diametrul canalelor formate între 2 plăci;

φ - raportul dintre lățimea plăcii nepresate și lățimea plăcii presate.

Constantele experimentale C, m, n, p sunt specifice fiecărei tip de placă pentru schimbătoarele de căldură, astel că programele de calcul aplicate de firmele producătoare cuprind valorile respective.

În relația 2.9.23, nu apare rezistența termică conductivă a stratului de piatră format prin precipitarea sărurilor de calciu și magneziu datorită durității apei, întrucât de acest lucru s-a ținut seama prin

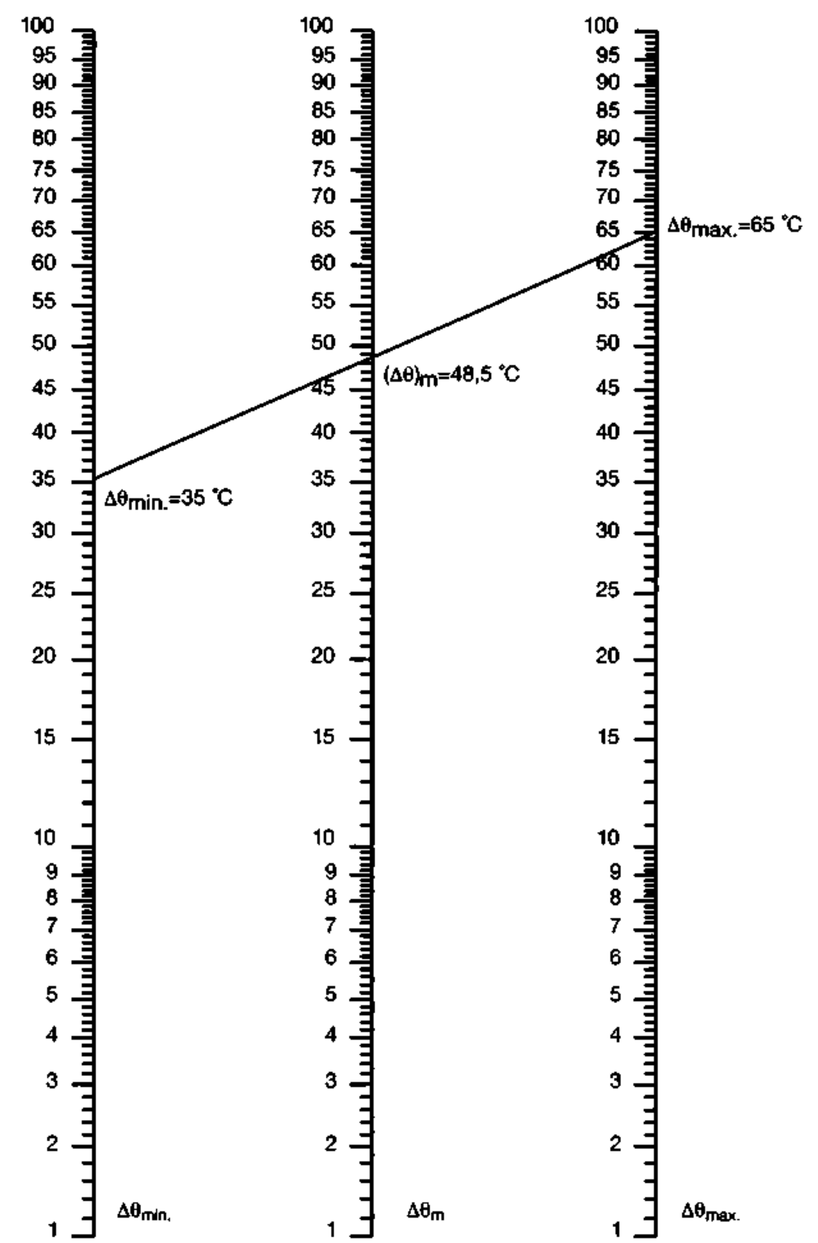


Fig. 2.9.16. Nomograma pentru determinarea diferenței medii logaritmice de temperaturi.

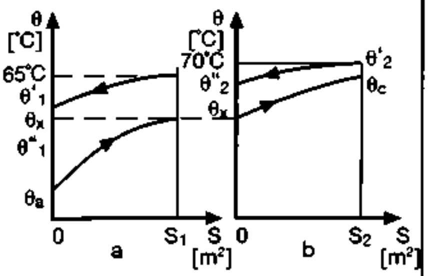


Fig. 2.9.17. Variațiile temperaturilor agenților termici pe suprafețele de schimb de căldură:
a - treapta întâi; b - treapta a doua.

coeficientul φ.

• *Calculul termic de alegere a aparatelor în contracurent montate în 2 trepte, în serie-paralel și racordate la rețeaua de termoficare*

Calculul termic de alegere a aparatului în contracurent constă în determinarea suprafețelor de schimb de căldură, necesare A_1 și A_2 ale acestora, montate în treapta întâi și a doua. Pentru aceasta este necesar să se cunoască debitele și temperaturile agenților termici angajați în schimbul de căldură. Calculul se efectuează pentru situația cea mai defavorabilă, adică pentru temperaturile apei fierbinți corespunzătoare punctului de frângere a graficului de reglare a acestor temperaturi în funcție de temperatura aerului exterior. Punctul de frângere este acel punct din graficul de reglare al temperaturilor apei fierbinți corespunzător temperaturii aerului exterior de 6-8 °C de la care temperaturile apei de ducere din rețeaua de termoficare se mențin constante la 70 °C, independent de creșterea temperaturii exterioare.

Pentru apa caldă de consum se cunosc temperaturile θ_a la intrarea în treapta întâi (θ_a=+10 °C) și la ieșirea din treapta a doua (θ_c=55...60 °C). Temperatura intermediară θ_x se consideră egală cu 5...10 °C mai mică decât temperatura θ_c. Schimbătorul de căldură din treapta întâi se dimensionează pentru debitul maxim orar $\dot{M}_{max.orar}$ de apă caldă de consum și ca urmare, la sarcina termică medie $\dot{Q}_1$:

$\dot{Q}_1=\dot{M}_{max.orar}c\,(\theta_x-\theta_a)$ [W] (2.9.24)

Suprafața de schimb de căldură A_1 a aparatului în contracurent montat în treapta întâi este data de relația:

$$A_1=\frac{\dot{Q}_1}{\varphi U_1\left(\Delta T\right)_{m_1}}\ [m^2] \qquad (2.9.25)$$

în care:

U_1 - este coeficientul global specific de transmitere a căldurii de la apă fierbinte la apa caldă de consum [W/m²·K];

$(\Delta T)_{m_1}$ - diferența de temperaturi, medie logaritmică, între temperaturile apei fierbinți și ale apei de consum (fig. 2.9.16) [K];

φ - coeficientul de compensare a depunerii de piatră pe suprafața de schimb de căldură care ține seama de rezistentă conductivă a stratului de piatră depus din apă în timpul funcționării aparatului în contracurent (φ=0,8).

Diferența medie logaritmică de temperaturi $(\Delta T)_{m1}$ se calculează cu relația:

$$\left(\Delta T\right)_{m1}=\frac{\left(\theta_1''-\theta_a\right)-\left(\theta_1'-\theta_x\right)}{2,31\,lg\dfrac{\theta_1''-\theta_x}{\theta_1'-\theta_x}}\ [K] \qquad (2.9.26)$$

în care:

θ_1', θ_1'' - sunt temperaturile apei fierbinți la intrarea, respectiv ieșirea din schimbătorul de căldură al treptei întâi.

Pentru θ_1' temperatura se consideră de 65 °C (fig. 2.9.17 a).

Se determină debitul de căldură $\dot{Q}_2$ al schimbătorului de căldură montat în treapta a doua, cu relația:

$\dot{Q}_2=\dot{Q}_{nec}-\dot{Q}_1$ [W] (2.9.27)

în care:

$\dot{Q}_{nec}$ - reprezintă debitul de căldură necesar pentru prepararea întregului debit orar maxim de apă caldă din clădiri și se determină cu relația:

$\dot{Q}_{nec}=\dot{M}_{max.orar}c\,(\theta_c-\theta_a)$ [W] (2.9.28)

Suprafața de schimb de căldură A_2 a aparatului în contracurent montat în treapta a doua se calculează cu relația:

$$A_2=\frac{\dot{Q}_2}{\varphi U_2\left(\Delta T\right)_{m_2}}\ [m^2] \qquad (2.9.29)$$

în care:

U_2 - este coeficientul global specific de transmitere a căldurii de la apa fierbinte care circulă printre țevi, la apa caldă de consum care circulă prin țevile schimbătorului de căldură [W/m²·K];

$(\Delta T)_{m2}$ - diferența medie logaritmică de temperaturi, între temperaturile apei fierbinți și ale apei calde de consum [K];

φ - coeficientul de compensare a depunerii de piatră pe suprafața de schimb de căldură;

Coeficientului U_2 se determină analog ca și coeficientul U_1.

Diferența medie logaritmică de temperaturi $(\Delta T)_{m2}$ se calculează cu relația:

$$\left(\Delta T\right)_{m_2}=\frac{\left(\theta_2''-\theta_x\right)-\left(\theta_2'-\theta_c\right)}{2,3\,lg\dfrac{\theta_2''-\theta_x}{\theta_2'-\theta_c}}\ [K] \qquad (2.9.30)$$

în care:

θ_2', θ_2'' - sunt temperaturile apei fierbinți la intrarea, respectiv ieșirea din treapta a doua (fig. 2.9.17 b).

Pentru stabilirea mărimii și tipului de schibător de căldură cu plăci, sunt necesare datele privind parametrii de temperatură pentru apa caldă de consum și pentru agentul termic, debitul maxim de căldură pentru apa caldă și debitul maxim de agent termic, precum și presiunea disponibilă pentru apa caldă și pentru agentul termic.

2.9.4. Rețele de conducte pentru distribuția și circulația apei calde de consum

2.9.4.1 Rețele de conducte pentru distribuția apei calde de consum

Rețelele exterioare de distribuție a apei calde de consum fac legătura între schimbătoarele de căldură montate în puncte termice sau centrale termice și instalațiile interioare de alimentare cu apă caldă a armăturilor obiectelor sanitare din clădiri.

La stabilirea traseelor rețelelor exterioare de distribuție a apei calde de consum în ansambluri de clădiri se au în vedere o serie de condiții economice, de siguranță și de fiabilitate, care să conducă la reducerea consumurilor specifice de materiale și energie și la obținerea unor costuri specifice minime de investiție și de exploatare a acestor rețele de conducte. În acest sens, se recomandă amplasarea conductelor, când este posibil, în subsolurile tehnice sau canalele tehnice ale clădirilor, în canale termice îngropate în sol în spații necarosabile sau în galerii vizitabile, împreună cu alte rețele edilitare. Traseele conductelor trebuie să fie cât mai scurte și cu rezistențe locale cât mai puține. Se reduce la minimum numărul de intrări și ieșiri ale conductelor prin fundațiile clădirilor. La traversarea fundațiilor sau a rosturilor de tasare se iau măsuri de protecție împotriva deteriorării conductelor și anume: golul de trecere al conductelor trebuie să fie mai mare decât diametrul acestora cu 10...15 cm, conductele traversând golul pe la partea inferioară; etanșarea golurilor în jurul conductelor se face cu material elastic; în porțiunile în care conductele traversează elementele de construcție nu se admit îmbinări; dimensiunile golurilor la ieșirea din clădire în canalele de protecție sunt determinate de dimensiunile canalelor respective; se asigură accesibilitatea pentru întreținere și reparații în timpul exploatării.

Distanța minimă de amplasare a canalelor termice de protecție față de fundațiile clădirilor trebuie să fie de 1,5 m. Amplasarea conductelor în canalele termice se face astfel încât să nu împiedice scurgerea apei de pe radierul canalului.

Pe rețelele de distribuție a apei calde din ansambluri de clădiri se prevăd, la fiecare ramificație, robinete de închidere amplasate în cămine de vizitare sau în subsolul clădirilor. În punctele joase ale rețelei se prevăd robinete de golire.

Rețelele de distribuție a apei calde se

execută cu țevi din oțel zincate și se îmbină cu fitinguri din fontă maleabilă, similar rețelelor de apă rece. Se pot utiliza și țevi din mase plastice (PVC100, polietilenă de înaltă densitate, polipropilenă etc.) dacă au agrement tehnic prin care să se garanteze rezistența lor la temperaturile și presiunile de regim ale apei calde de consum.

În vederea reducerii pierderilor de căldură, rețelele de distribuție a apei calde se izolează termic. Se pot utiliza și conducte preizolate, dimensionate corespunzător.

La stabilirea debitelor de calcul pentru dimensionarea conductelor exterioare de alimentare cu apă caldă pentru consum menajer, se ține seama de debitele de calcul ale instalațiilor din interiorul clădirilor, care se determină cu relațiile din capitolul 2.4.4.2.

Debitul de calcul pentru rețelele care alimentează cu apă caldă consumatorii din diferitele categorii de clădiri se determină cu relația:

$$\dot{V}_c = \sum_{i=1}^{n} \dot{V}_{ci} \text{ [l/s]} \quad (2.9.31)$$

în care:

$\dot{V}_{ci}$ - este debitul de calcul al instalației exterioare pentru fiecare clădire sau grupuri de clădiri de același fel care se alimentează cu apă din tronsonul de conductă considerat [l/s].

La calculul rețelelor exterioare de distribuție a apei calde de consum se utilizează nomograma din fig. 2.4.69 și datele din tabelele 2.4.38 și 2.4.39, Anexa I.2.4. pentru calculul pierderilor de sarcină liniare și din fig. 2.4.70 pentru calculul pierderilor de sarcină locale, la fel ca pentru instalațiile interioare de apă caldă.

Sarcina hidrodinamică necesară H_{nec} se determină la fel ca în cazul instalațiilor interioare, pentru punctul de consum amplasat în situația cea mai dezavantajată din punct de vedere hidraulic.

2.9.4.2 Rețele de conducte pentru circulația apei calde de consum

Instalațiile pentru circulația apei calde de consum se compun dintr-o rețea de conducte prevăzută cu armături de închidere și reglare, care au rolul de a asigura întoarcerea debitului de apă neconsumată la punctele de utilizare, în aparatele (schimbătoarele de căldură) de preparare a apei calde de consum, pentru a fi reîncălzită. În felul acesta se realizează circuitul (fig.2.9.18): schimbător de căldură - conducte de distribuție - conducte de circulație - schimbător de căldură, asigurându-se în permanență la punctele de utilizare apă caldă cu temperatura necesară de 40...+60 °C. De regulă, conductele de circulație sunt racordate la baza conductelor de distribuție a apei calde de consum. Vehicularea apei în conductele de circulație se poate realiza fie cu ajutorul pompelor (circulație forțată), fie datorită presiunii termice (gravitaționale). De obicei, pompa pentru circulația apei calde de consum se montează în centrala sau punctul termic în care are loc prepararea apei calde de consum.

Conductele de circulație a apei calde de consum se prevăd la instalațiile mari, la care apa caldă de consum se distribuie după un anumit program (ca de exemplu, în cazul clădirilor de locuit), când consumul de apă este concentrat într-o anumită perioadă sau când la punctul de utilizare este necesară în permanență apă caldă cu temperatură practic constantă.

Conductele pentru circulația apei calde de consum se execută cu țevi din oțel zincat, PVC 60, polietilenă sau polipropilenă și se izolează termic ca și conductele de distribuție a apei calde.

Conductele de circulație au trasee comune cu conductele de distribuție a apei calde de consum și cu cele de distribuție a apei reci. În acest caz conducta de circulație se amplasează între conducta de apă rece și cea de apă caldă.

Calculul conductelor de circulație a apei calde de consum se efectuează după metodologia în care se stabilește sau se calculează:

- căderea maximă de temperatură (ΔT_1 pe rețeaua de distribuție între punctul de intrare a apei calde în primul tronson (la ieșirea din schimbătorul de căldură) și punctele de consum din instalație și se repartizează căderea de temperatură pe întreaga rețea de distribuție;
- pierderile de căldură ale apei calde prin suprafețele pereților conductelor de distribuție către aerul înconjurător;
- debitele de apă din conductele de distribuție;
- temperaturile rezultate în fiecare nod al rețelei;
- sarcina hidrodinamică disponibilă pentru circulația apei calde de consum; în cazul circulației prin termosifon sarcina disponibilă este egală cu presiunea termică (gravitațională), iar în cazul circulației prin pompe se determină sarcina necesară pentru învingerea pierderilor totale de sarcină pe conductele de distribuție și pe conductele de circulație la trecerea debitului de circulație;

Cunoscând debitele de apă, cu ajutorul nomogramelor întocmite pentru conductele de apă caldă (fig. 2.4.69 și tabelele 2.4.38 și 2.4.39, Anexa I.2.4.) se determină diametrele și se calculează pierderile totale de sarcină (liniare și locale) pe circuitul apei calde; se verifică dacă acestea sunt egale cu sarcina disponibilă pentru circulația apei calde de consum; dacă vitezele sunt prea mici, se aleg diametre mai mici pe tronsoanele respective, cu condiția ca diametrele rețelei sa fie continuu crescătoare de la ultimul punct de consum spre schimbătorul de căldură; dacă pierderile de sarcină depășesc sarcina disponibilă pentru circulație, se corectează diametrele alese inițial și calculul se repetă ca mai sus, până când pierderile totale de sarcină devin egale cu sarcina disponibilă.

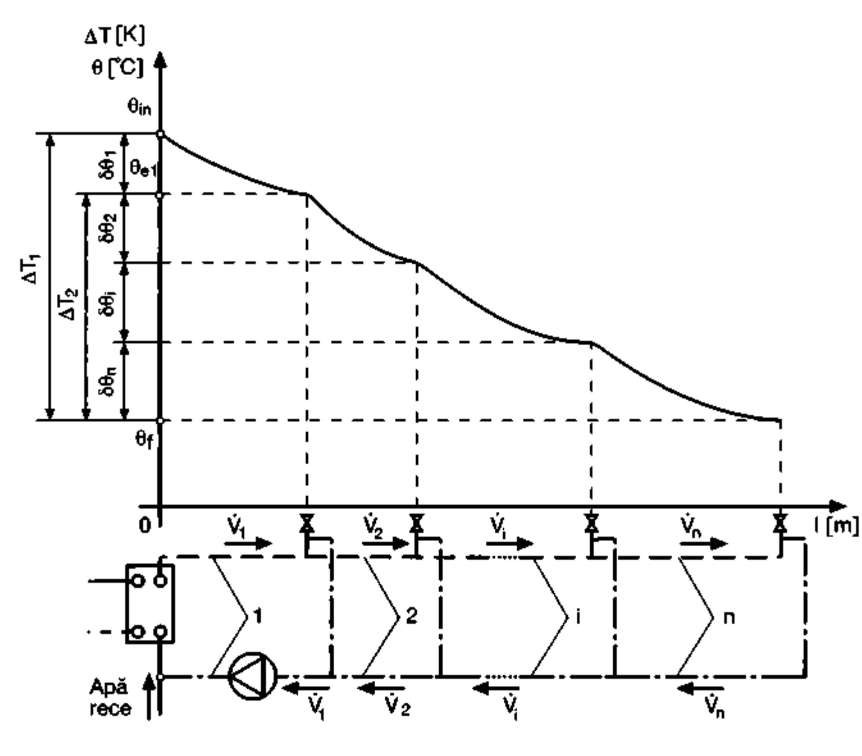


Fig. 2.9.18. Variația temperaturii apei calde în lungul rețelei de conducte și repartiția debitelor în rețeaua de circulație.

Tabelul 2.9.3. Caracteristicele termofizice ale materialelor pentru conducte

Material	Densitatea ρ [Kg/m]	Căldura specifică c [J/Kg·°C]	Conductivitatea termică λ [W/m·°C]
OȚEL ZINCAT	7850	465	40 - 50
CUPRU	8950	385	390
PE - 100	958	2300	0,38
PP - H	915	1920	0,22
PVC - C	1510	1100	0,41
MULTISTRAT	950	2300	0,14

Tabelul 2.9.4. Căldura acumulată pentru conductele din oțel, în apă, în conducte și în total

Diametru	Grosime perete	Volum / metru liniar		Căldura acumulată / metru liniar		
		Apă	Material	Apă	Material	TOTAL
[mm]	[mm]	[m³]	[m³]	[J]	[J]	[J]
17,1	2,35	0, 00012	0, 00010	25229	15216	40445
21, 4	2,65	0, 00019	0, 00016	40054	23325	63378
26, 9	2,65	0, 00035	0, 00020	72912	30259	103171
33, 7	3,25	0, 00057	0, 00030	117709	45073	162782
42, 4	3,25	0, 00100	0, 00039	206363	58111	264475
48, 3	3,25	0, 00133	0, 00049	274744	71808	346552
60,3	3,65	0, 00216	0, 00066	445040	96709	541749
76	3,65	0, 00362	0, 00084	746618	123357	869975
88, 8	4,05	0, 00508	0, 00106	1046338	154963	1201302
114,1	4,5	0, 00873	0, 00146	1797154	213848	2011002
139,7	4,85	0, 01326	0, 00205	2744820	299300	3044120
165,2	4,85	0, 01898	0, 002644	3928860	386024	4314884

2.9.4.3. Calculul pierderilor de căldură ale rețelelor de transport și distribuție a apei calde de consum

Graficele și tabelele de calcul referitoare la calculul pierderilor de căldură ale rețelelor de transport și distribuție a apei calde de consum, au fost întocmite pentru gama dimensională uzuală și pentru majoritatea tipurilor de materiale folosite în instalațiile de alimentare cu apă caldă de consum – oțel zincat, cupru, PE – 100, PP – H, PVC – C, multistrat.

Pentru evaluarea comportamentului energetic al sistemelor de distribuție a apei calde, în diferite ipoteze de alcătuire și funcționare, în cadrul lucrării sunt prezentați următorii indicatori:

- cantitatea de caldură acumulată în conducte (apă și material);
- evoluția temperaturii apei calde în conducte, în regim staționar;
- cantitatea de căldură cedată de apa caldă stagnantă către mediul ambiant, până la atingerea temperaturii minime de confort;
- pierderea specifică de căldură pentru conducte de apă caldă în regim dinamic;
- grosimea minimă a izolației termice în funcție de conductivitatea termică a materialului termoizolant și de clasa de izolare.

Evaluarea indicatorilor enunțați s-a făcut prin aplicarea ecuațiilor de bilanț termic adaptate condițiilor funcționale specifice, considerând parametrii geometrici și fizici corespunzători materialului analizat și ipotezelor de lucru.

Pentru temperaturi, au fost utilizate valorile normalizate prin standardele naționale și normele europene, respectiv 60°C și 10°C pentru temperaturile apei calde și reci; 20°C temperatura mediului ambiant și 40°C temperatura minimă de confort pentru utilizarea apei calde de consum.

Calculele au fost efectuate atât pentru conducte neizolate cât și pentru conducte izolate în regim de curgere dinamic și staționar.

Pentru nivelul de izolare termică au fost acceptate criteriile și clasele de izolare impuse pentru conductele de apă caldă prin Norma europeană EN 12828 – „Sisteme de încălzire în clădiri".

Pentru caracterizarea termofizică a materialelor pentru conducte, au fost considerate valorile date în tabelul 2.9.3.

Pentru agentul de lucru au fost adoptate valorile:

Densitatea: ρ_{apa} = 983,2 kg/m³

Căldura specifică: c_{apa} = 4185 J/kg·K.

- ***Cantitatea de căldură acumulată în conducte***

Reprezintă căldura reținută în materialul conductei corespunzător ecartului de temperatură (θ_{ac} - θ_{amb}), precum și în volumul de apă stocat în conductă, pentru diferențe de temperatură (θ_{ac} - θ_{ar}).

Se calculează cu relația:

$$Q = \rho_{apa} \cdot v_{apa} \cdot c_{apa} \cdot \left(\theta_{ac} - \theta_{ar}\right) + \\ +\rho_m \cdot v_m \cdot c_m \cdot \left(\theta_{ac} - \theta_m\right)$$

În care:

θ_{ar} = 10°C – temperatura apei reci

θ_{ac} = 60°C – temperatura apei calde

θ_m = 20°C – temperatura materialului, considerată egală cu temperatura mediului ambiant.

ρ_{apa}, ρ_m, c_{apa}, c_m - caracteristici termofizice ale apei și materialului conductelor.

În tabelul 2.9.4. se dă căldura acumulată pentru conductele din oțel, în apă, în conducte și în total [J].

În tabelele 2.9.5...2.9.9. din anexa I.2.9., sunt date valorile pentru căldura acumulată în apă și în conductele din cupru, PE 100, PP-H, PVC-C, conducte multistrat.

- ***Evoluția temperaturii apei calde în conducte în regim staționar.***

În intervalele de stagnare dintre două utilizări, volumele de apă reținute în conductele fără recirculare cedează căldură mediului exterior.

În funcție de timpul de staționare și nivelul de izolare termică, temperatura poate să scadă sub limita temperaturii de confort, considerată de 40°C.

În astfel de situații, din punct de vedere energetic, se înregistrează pierderi suplimentare prin eliminarea volumelor neutilizabile. până la obținerea temperaturii acceptate la consum.

Evoluția temperaturii în timp, în funcție de caracteristicile materialului, se exprimă prin relația:

$$\theta_f = \theta_{amb} + \left(\theta_{ac} - \theta_{amb}\right) \cdot e^{-\frac{U \cdot A}{m \cdot c} \cdot \tau} \quad \text{[°C] (2.9.32)}$$

în care:

θ_f - temperatura momentană a apei calde de consum;

θ_{amb} - temperatura mediului ambiant;

θ_{ac} - temperatura nominală a apei calde de consum;

U - coeficient global de transmisie termică;

A - suprafața de transfer termic;

m - masa de apă reținută în conductă;

c - căldura specifică masică a materialului pentru conducte;

τ - interval de stagnare între două utilizări.

Pentru conductele izolate s-au utilizat manșoane din elastomer, cu grosimi de: 6, 9, 13, 19, 32, 40 mm, pentru conductele din oțel zincat, cupru și multistrat.

Pașii de timp au fost adoptați de 0,5 ore la conductele neizolate și de 2 ore la conductele izolate, pentru durate totale de calcul determinate de valoarea minimă a temperaturii admisibile.

În tabelul 2.9.10. din Anexa I.2.9. sunt date temperaturile apei calde din conductele din oțel neizolate, în funcție de timpul de staționare a apei în conducte, de până la 8,5 ore.

În tabelul 2.9.11 din anexa I.2.9., sunt date temperaturile apei calde în conductele neizolate din PP-H, în funcție de timpul de staționare al apei în conducte, de până la 8,5 ore, iar în tabelul 2.9.12 din anexa I.2.9, sunt date temperaturile apei calde din conductele neizolate din cupru.

În tabelul 2.9.13 din anexa I.2.9., se prezintă pierderile de căldură ale conductelor din oțel neizolate, în funcție de diametru și de diferența de temperatură dintre temperatursa apei calde din conducte și temperatura mediului ambiant. În tabelul 2.9.14, anexa I.2.9., se prezintă pierderile de căldură ale conductelor din PVC neizolate, în funcție de diametru și de diferența de temperatură dintre temperatursa apei calde din conducte și temperatura mediului ambiant.

În cazul conductelor termoizolate pentru diferite diametre s-au ales diferite grosimi de termoizolație cu valori ale coeficientului λ de 0,04 W/m, după cum urmează:

În tabelul 2.9.15, anexa I.2.9., sunt prezentate pierderile de căldură pentru conductele din oțel cu grosimea izolației cuprinsă între 13 și 34 mm. Și pentru diferența de temperatură dintre temperatura apei calde din conducte și temperatura mediului ambiant cuprinse între 16 și 46 K.

Pentru conductele din PVC, se prezintă în tabelul 2.9.16 pierderile de căldură pentru grosimea izlației cuprinsă între 13 și 34 mm și pentru diferența de temperatură dintre temperatura apei calde din conducte și temperatura mediului ambiant cuprinse între 16 și 46 K.

Pentru conductele termoizolate, se dă temperatura apei calde din conducte în funcție de grosimea termoizolației și de timpul de staționare a apei în conducte. În tabelul 2.9.17 se dă valorile temperaturilor apei din conducte din oțel termoizolate cu izolația de 9 mm, iar în tabelul 2.9.18, pentru grosimea termoizolației de 19 mm.

• Cantitatea de căldură cedată mediului ambiant în regim staționar, de apa din conducte

Corespunzător timpului de stagnare, cantitățile de căldură cedate mediului ambiant de apa caldă stagnantă, până la atingerea unei anumite temperaturi, se calculează cu relația:

$$Q = \dot{M}_{apa} \cdot c_{apa} \cdot \left(\theta_{ac} - \theta_f\right) \qquad (2.9.33)$$

în care:

θ_f - reprezintă temperatura apei calde după un interval de timp τ.

Valoarea θ_f se determină cu relația 2.9.31, și ea depinde și de felul de termoizolare a conductelor, respectiv conducte fără termoizolație sau termoizolate cu materiale termoizolante de anumite grosimi și cu diferite rezistențe termice.

• Cantitățile de căldură cedată mediului ambiant în regim dinamic, de apa din conducte

În regim dinamic, pierderile de căldură raportate la unitatea de lungime se calculează cu relația:

$$q = U \cdot \Delta T$$

în care:

U - coeficient global de transmisie termică

ΔT - ecartul de temperatură între temperatura apei calde și temperatura mediului ambiant.

Cedarea specifică de la apă spre mediul ambiant este influențată de regimul de curgere, iar coeficientul global de transmisie termică se determină diferențiat după cum urmează:

pentru conducte neizolate:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\dfrac{1}{\pi \cdot D_i \cdot h_i} + \sum_1^j \dfrac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_i} ln \dfrac{D_e}{D_i} + \dfrac{1}{\pi \cdot D_e \cdot h_e}} \qquad (2.9.34)$$

pentru conducte izolate:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\dfrac{1}{\pi D_i \cdot h_i} + \sum_1^j \dfrac{1}{2\pi\lambda_i} ln \dfrac{D_e}{D_i} + \dfrac{1}{2\pi \cdot \lambda_{iz}} ln \dfrac{D_{iz}}{D_e} + \dfrac{1}{\pi D_{iz} \cdot h_e}} \qquad (2.9.34')$$

Tabelul 2.9.17. Temperaturile apei calde în conductele din oțel izolate cu grosimea termoizolației de 9 mm, în funcție de timpul de staționare a apei în conducte

Dn [mm]	Temperatura apei calde [°C] Timp de staționare [ore]																	
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
17,1	60	53,9	48,7	44,2	40,5	37,4	34,7	32,4	30,5	28,9	27,5	26,4	25,4	24,6	23,9	23,3	22,8	22,3
21,4	60	54,5	49,7	45,6	42,1	39,0	36,4	34,1	32,2	30,5	29,0	27,8	26,7	25,8	25,0	24,3	23,7	23,2
26,9	60	54,7	50,2	46,2	42,7	39,7	37,1	34,9	32,9	31,2	29,7	28,5	27,3	26,4	25,5	24,8	24,2	23,6
33,7	60	55,1	50,8	47,1	43,8	40,8	38,3	36,1	34,1	32,4	30,9	29,5	28,4	27,4	26,5	25,7	25,0	24,4
42,4	60	55,2	51,0	47,3	44,1	41,2	38,7	36,4	34,5	32,8	31,2	29,9	28,7	27,7	26,8	26,0	25,2	24,6
48,3	60	55,4	51,4	47,8	44,6	41,8	39,3	37,1	35,2	33,4	31,9	30,5	29,3	28,3	27,3	26,5	25,7	25,1
60,3	60	55,6	51,7	48,3	45,2	42,4	40,0	37,8	35,9	34,1	32,6	31,2	30,0	28,9	27,9	27,1	26,3	25,6
76	60	55,7	51,9	48,5	45,4	42,7	40,3	38,1	36,2	34,4	32,9	31,5	30,3	29,2	28,2	27,3	26,5	25,8
88,8	60	55,8	52,0	48,6	45,6	42,9	40,5	38,3	36,4	34,7	33,1	31,7	30,5	29,4	28,4	27,5	26,7	26,0
114,1	60	55,8	52,1	48,8	45,8	43,1	40,7	38,6	36,7	34,9	33,4	32,0	30,7	29,6	28,6	27,7	26,9	26,2
139,7	60	55,9	52,2	50,0	46,0	43,3	40,9	38,9	36,9	35,1	33,7	32,3	30,9	29,8	28,8	27,9	27,1	26,4
165,2	60	56,0	52,3	50,2	46,2	43,5	41,2	39,2	37,1	35,3	34,0	32,6	31,1	30,0	29,0	28,1	27,3	26,6

Tabelul 2.9.18. Temperaturile apei calde în conductele din oțel izolate cu grosimea termoizolației de 19 mm, în funcție de timpul de staționare a apei în conducte.

Dn [mm]	Temperatura apei calde [°C] Timp de staționare [ore]																	
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
17,1	60	55,5	51,5	47,9	44,7	42,0	39,5	37,3	35,3	33,6	32,0	30,7	29,5	28,4	27,5	26,6	25,9	25,2
21,4	60	56,0	52,4	49,2	46,3	43,7	41,3	39,2	37,3	35,6	34,0	32,6	31,4	30,2	29,2	28,3	27,5	26,7
26,9	60	56,3	52,9	49,8	47,1	44,5	42,3	40,2	38,3	36,6	35,1	33,7	32,4	31,2	30,2	29,2	28,4	27,6
33,7	60	56,6	53,5	50,7	48,1	45,7	43,5	41,5	39,7	38,0	36,5	35,1	33,8	32,7	31,6	30,6	29,7	28,9
42,4	60	56,7	53,7	51,0	48,4	46,1	44,0	42,0	40,2	38,5	37,0	35,6	34,4	33,2	32,1	31,1	30,2	29,4
48,3	60	56,9	54,1	51,4	49,0	46,8	44,7	42,8	41,0	39,4	37,9	36,5	35,2	34,1	33,0	32,0	31,0	30,2
60,3	60	57,1	54,4	51,9	49,6	47,4	45,4	43,6	41,8	40,2	38,8	37,4	36,1	35,0	33,9	32,9	31,9	31,1
76	60	57,2	54,5	52,1	49,8	47,7	45,7	43,9	42,2	40,6	39,2	37,8	36,6	35,4	34,3	33,3	32,3	31,5
88,8	60	57,2	54,6	52,2	50,0	47,9	46,0	44,2	42,5	40,9	39,5	38,1	36,9	35,7	34,6	33,6	32,6	31,8
114,1	60	57,3	54,7	52,4	50,2	48,1	46,2	44,4	42,8	41,2	39,8	38,4	37,2	36,0	34,9	33,9	33,0	32,1
139,7	60	57,4	54,8	52,6	50,4	48,3	46,4	44,6	43,1	41,5	40,1	38,7	37,5	36,3	35,2	34,2	33,4	32,4
165,2	60	57,5	54,9	52,8	50,6	48,5	46,6	44,8	43,3	41,8	40,3	39,0	37,8	36,6	35,5	34,5	33,8	32,7

în care:

h_i - coeficient de transfer de caldură superficial la interior:

$$h_i = 2538\frac{v^{0,8}}{D_i^{0,2}}$$

cu:

$v = 0,6$ m/s - viteza fluidului în conductă,

D_i - diametrul interior;

h_e - coeficient de transfer de căldură superficial la exterior

$$h_e = 9,4 + 0,052\left(\theta_{ac} - \theta_{amb}\right)$$

(pentru conducte izolate se adopta $h_e = 10$)

D_e - diametrul exterior,

D_{iz} - diametrul exterior al conductei izolate [m];

λ_i - coeficient de conductivitate termică al materialului pentru conductă;

λ_{iz} - coeficient de conductivitate termică al materialului termoizolant.

• Grosimea minimă a izolației termice, funcție de clasa de izolare și conductivitatea termică a materialului termoizolant

Corespunzător Normei europene EN 12828 – „Sisteme de încălzire în clădiri", nivelul de izolare termică al conductelor care transportă apă caldă, este diferențiat în șase clase cu valori minime impuse pentru coeficientul global de transmisie termică după cum urmează:

Clasa de izolare 1: K = 3,3·De+0,22 [W/m·grad]
Clasa de izolare 2: K = 2,6·De+0,20 [W/m·grad]
Clasa de izolare 3: K = 2,0·De+0,18 [W/m·grad]
Clasa de izolare 4: K = 1,5·De+0,16 [W/m·grad]
Clasa de izolare 5: K = 1,1·De+0,14 [W/m·grad]
Clasa de izolare 6: K = 0,8·De+0,12 [W/m·grad]

în care:

D_e - diametrul exterior al conductei, exprimat în metri.

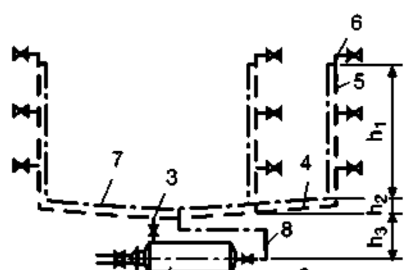


Fig. 2.9.19. Schema de calcul a unei instalații de circulație a apei calde de consum, prin gravitație:
1 - boiler; 2 - racord de apă rece; 3 - racord de apă caldă de consum; 4 - conductă de distribuție a apei calde de consum; 5 - coloană pentru apă caldă de consum; 6 - legătură la armătura de apă caldă; 7 - conductă de circulație; 8 - racordul conductei de circulație la boiler.

Pentru conductele de apă caldă de consum, norma impune cel puțin încadrarea în clasa 1 de izolare.

Grosimile de izolare necesare, pentru diferite valori ale coeficientului de conductivitate termică impus de normă, sunt $\lambda = 0,03; 0,04; 0,05; 0,06$ [W/m·grad].

În Tabelul 2.9.19, anexa I.2.9, se prezintă grosimea minimă a termoizolației pentru conductele din oțel, cupru și conducte multistrat, pentru clasa de izolare 1.

În tabelul 2.9.20, anexa I.2.9., se prezintă grosimea minimă a termoizolației pentru conductele din oțel, cupru și conducte multistrat, pentru clasa de izolare 2, iar în tabelul 2.9.21, anexa I.2.9, se prezintă grosimea minimă a termoizolației pentru conductele din oțel, cupru și conducte multistrat, pentru clasa de izolare 3.

2.9.4.4 Calculul debitelor de apă din conductele de circulație

Debitul de apă vehiculat prin fiecare tronson trebuie să transporte un debit de căldură care să acopere pierderile de căldură ale tronsonului respectiv Q_i și pierderile de căldură ale tronsoanelor următoare până la punctele de consum, debit de căldură denumit de tranziție Q_{tr}.

Debitul de apă $\dot{M}_1$ din tronsonul 1 montat la ieșirea apei calde din schimbătorul de căldură este dat de relația:

$$\dot{M}_1 = \frac{Q_{tr1}}{c\left(\theta_{in} - \theta_{fin}\right)} = \frac{Q_{tr1}}{c\Delta T_1} \text{ [kg/s]} \quad (2.9.35)$$

în care:

Q_{tr1} - este debitul de căldură în tranzit prin tronsonul 1 [W];

c - căldura specifică a apei [J/kg K];

ΔT - diferența între temperatura inițială θ_{in} a apei calde la intrarea în primul tronson (respectiv, ieșirea din schimbătorul de căldură) și punctul de consum θ_{fin} aflat în situația cea mai defavorabilă din punct de vedere hidraulic $(\theta_{in}-\theta_{fin})$ [K];

Ținând seama că pierderea de căldură a apei pe tronsonul 1 este:

$$Q_1 = \dot{M}_1 c\delta\theta_1 = \dot{M}_1 c\delta(\theta_{in}-\theta_{fin}) \text{ [W]} \quad (2.9.36)$$

unde:

$$\delta\theta_1 = (\theta_{in}-\theta_{fin}) \text{ [K]} \quad (2.9.37)$$

în care:

θ_{e1} - este temperatura apei calde la ieșirea din tronsonul 1 și intrarea în tronsonul 2 și că debitul de căldură aflat în tranzit prin tronsonul 2 este:

$$Q_2 = \dot{M}_2 c\Delta T_2 \text{ [W]} \quad (2.9.38)$$

în care:

$$\Delta T_2 = \Delta T_1 - \delta\theta_1 \text{ [K]} \quad (2.9.39)$$

se ajunge din aproape în aproape la:

$$\dot{M}_1 = \frac{Q_{tr1}}{c\Delta T_1} \text{ [Kg/s]} \quad (2.9.40)$$

$$\dot{M}_2 = \frac{Q_{tr2}}{c\Delta T_2} = \frac{Q_{tr2}}{\frac{Q_{tr1}}{\dot{M}_1} - \frac{Q_1}{\dot{M}_1}} = \dot{M}_1\frac{Q_{tr2}}{Q_{tr1}-Q_1} \text{ [Kg/s]} \quad (2.9.41)$$

$$\dot{M}_1 = \dot{M}_{(i-1)}\cdot\frac{Q_{tri}}{Q_{tr(i-1)}-Q_{(i-1)}} \text{ [Kg/s]} \quad (2.9.42)$$

în care:

$\dot{M}_i$ - este debitul de apă vehiculată printr-un tronson oarecare i al conductei de circulație a apei calde de consum.

• Determinarea sarcinii hidrodinamice pentru circulația apei calde de consum

- în cazul circulației apei calde de consum prin pompare, sarcina necesară este egală cu înălțimea de pompare, care se determină calculând suma pierderilor totale de sarcină pe conductele de circulație, la debitele de circulație $\dot{M}_i$. Pompa de circulație se alege (din catalogul de pompe) cunoscând înălțimea de pompare necesară și debitul necesar.
- în cazul circulației apei calde prin termosifon, sarcina disponibilă se determină cu relația generală:

$$H_{disp} = h(\gamma_c - \gamma_d) \text{ [Pa]} \quad (2.9.43)$$

în care:

h - este înălțimea coloanei respective [m];

γ_c, γ_d - greutățile volumice ale apei din conductele de circulație și, respectiv, de distribuție [N/m³];

De exemplu, în cazul instalației de circulație prin gravitație, reprezentată în anexa I.2.9, fig. 2.9.19 sarcina hidrodinamică disponibilă este:

$$H_{disp} = \left(\frac{\gamma_{c1}+\gamma_{c2}}{2} - \frac{\gamma_{d1}+\gamma_{d2}}{2}\right)h_1 + \left(\frac{\gamma_{c2}+\gamma_{c3}}{2} - \frac{\gamma_{d2}+\gamma_{d3}}{2}\right)h_2 + \left(\frac{\gamma_{c3}+\gamma_{c4}}{2} - \frac{\gamma_{d3}+\gamma_{d4}}{2}\right)h_3 \text{ [Pa]} \quad (2.9.44)$$

Circulația prin termosifon a apei calde de consum este eficientă în condițiile indicate în tabelul 2.9.22.

2.9.5. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1.

Se dimensionează instalația de preparare a apei calde de consum cu boilere montate în paralel, pentru un ansamblu de clădiri de clocuit, cu 660 apartamente. Dotate cu câte o baterie de spălător, lavoar și cadă de baie, cu 2,5 persoane pe apartament, cu un consum specific de 90 l/pers·zi și apă caldă de 60°C, cu un grad de asigurare în alimentarea cu apă caldă de 99%, durata de utilizare a apei de 19 h/zi.

Rezolvare.

Debitul de apă caldă se calculează cu relațiile: 2.4.3.și 2.4.4.

$\dot{V}_c = (660\cdot2,5\cdot90/19\cdot3600) + 2,326\cdot(650\cdot2,5\cdot90/19\cdot3600)^{0,5} =$
$= 5,6$ l/s $= 20160$ l/h $= 20,16$ m³/h

Tabelul 2.9.22. Distanța maximă de la boiler până la cea mai îndepărtată coloană în cazul circulației prin gravitație

D_h [m]	D_{max} [m] Superioară	Inferioară
2	15-20	12-15
6	30-35	20-25
10	40-45	25-30
20	50-60	30-35

D_h - distanța de înălțime între centrul boilerului și cel mai înalt punct de consum;

D_{max} - distanța maximă de la boiler la coloană.

Se calculează apoi debitul mediu orar și debitul mediu zilnic cu relațiile:

$\dot{V}_{mh}$ = *660·2,5·90/19 = 7816* l/h = *= 7,816* m³/h

$\dot{V}_{mz}$ = *660·2,5·90 = 148500* l/zi = *= 148,5* m³/zi

Din tabelul 2.7.3 a, se alege distribuția procentuală orară a consumului de apă caldă pentru consum menajer din centrele populate urbane.

Pentru un debit mediu zilnic de 7,816 m³/h, se aleg din tabelul 2.7.3 a, coloanele pentru 7,5 m³/h.

Debitului de calcul de 5,6 l/s îi corespunde valoarea procentuală de 13,5%, pe durata de cca. 10 minute;

Pentru durata de o oră revine debitul maxim de:

(5,6/13,5)·10,9 = 4,55 l/s = *= 16277* l/h *=16,3* m³/h.

Se întocmește tabelul de calcul 2.9.23. în care în prima coloană sunt trecute orele din zi, în colana 1 sunt date valorile procentuale ale consumului din tabelul 2.7.3 a, iar în coloana 2 sunt date valorilr procentuale cumulate ale consumului. Pornind de la consuml mediu zilnic de 148,5 m³/zi, se calculează consumul mediu zi care revine unui procent și rezultă 1,485 m³/zi pentru un procent. Apoi se multiplică valorile procentuale din colana 1 și 2 cu 1,485 și se obține consumul de apă caldă orar și cumulat din coloanele 3 și 4. În coloanele 5 se înscriu valorile orare în kW prin multiplicarea valorilor din coloana 4 cu diferența de temperatură la care se încălzește apa caldă, respectiv ΔT=50 K (de la 10 la 60°C) și prin divizarea cu 0,860 kW/kcal. În coloana 6 se trec valorile cumulate ale consumului în MJ prin multiplicarea valorilor din coloana 5 cu raportul 3600/1000, respectiv 3,6.

Pentru încălzirea debitului de apă de calcul de 5,6 l/s, respectiv 20,16 m³/h, este necesară o putere termică de 1172 kW, care ar putea fi asigurată de un schimbător de căldură fără acumulare. Dacă se utilizează schimbătoare de căldură cu acumulare, se reduce puterea termică instalată, o parte din energia termică se acumulează în rezervorul de acumulare. În cazul boilerelor suprafața de schimb de căldură asigură numai 45 – 50 % din puterea unui schimbător de căldură fără acumulare.

Alegând puterea termică de 572 kW, aceasta corespunde unui procent de 49 %, a suprafeței de schimb de căldură (serpentinei) boilerului. Puterea termică de 572 kW, se va înscrie în tabelul 2.9.23 în coloana 7, pentru perioada dintre orele 21 și 22. Pentru celelate ore se stabilesc puterile astfel încât acestea să fie cât mai aproape de curba consumului de căldură, cu condiția ca în alte ore să nu apară o putere mai mare de 572 kW.

În coloana 8 se înscriu valorile cumulate ale sursei de căldură din coloana 7, în MJ, iar în coloana 9, diferența dintre energia furnizată de sursă și consum, în MJ. Cea mai mare diferență dintre cele 2 coloane, se înregistrază între orele 5 – 6 și este de 1692,5 MJ.

Volumul de acumulare se calculează cu relația:

$$V = Q_{max}/c \cdot \rho \cdot \left(\theta_{max} - \theta_{min}\right)$$

θ_{max} - temperatura maximă a apei calde la ieșirea din boiler;

θ_{min} - temperatura minimă a apei calde ce poate fi utilizată.

În cazul boilerelor temperatura maximă se alege de 60°C, iar temperatura minimă de 40°C.

Rezultă volumul de acumulare:

V = 1692,5/4,1868·20 = 20,2 m³

Se aleg 4 boilere de 5 m³ fiecare.

Diferența de temperatură dintre temperatura apei calde furnizată de boiler și temperatura minimă de *40*°C, sunt înscrise în coloana 10, iar în coloana 11 sunt date valorile temperaturii apei calde la ieșirea din boiler. Diferența de temperatură se calculează cu relația:

$$\Delta T = Q_{max}/c \cdot \rho \cdot V$$

În fig. 2.9.20 se prezintă variația necesarului de căldură prin curba 1, energia asigurată de sursă prin curba 2 și variația temperaturii apei calde la ieșirea din boiler prin curba 3. Diferența maximă din-

Tabelul 2.9.23. Calculul cantității de căldură transmisă apei acumulate în boiler (exemplul de calcul 1)

Ora	P [%]	$P_{cumulat}$ [%]	$\dot{V}_{mh}$ [m³/h]	$V_{mh\ cumulat}$ [m³]	Q_c [kW]	$Q_{c\ cumulat}$ [MJ]	Q_s [kW]	$Q_{s\ cumulat}$ [MJ]	Q_a [MJ]	ΔT [K]	$\Delta T_{c\ min}$ [K]
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
2-3	-	-	-	-	-	-	300	300	300,0	3,6	13,6
3-4	-	-	-	-	-	-	205	738	738,0	8,7	22,3
4-5	-	-	-	-	-	-	215	1512	1512,0	17,8	40,0
5-6	2,8	2,8	4,16	4,16	241,74	870,7	292	2563,2	1692,5	19,9	59,9
6-7	8,6	11,4	12,77	16,93	742,50	3543,5	567	4604,4	1060,9	12,5	52,5
7-8	6,3	17,7	9,36	26,29	543,92	5502,6	567	6645,6	1143,0	13,4	53,4
8-9	4,7	22,4	6,98	33,27	405,78	6963,5	554	8640	1676,5	20,0	60,0
9-10	2,9	25,3	4,31	37,58	250,38	7865,6	0	8640	774,4	9,2	49,2
10-11	3,8	29,1	5,64	43,22	328,08	9046,0	570	10692	1646,0	19,7	59,7
11-12	4,8	33,9	7,13	50,35	414,42	10538,4	422	12211,2	1672,8	20,0	60,0
12-13	6,8	40,7	10,1	60,45	587,09	12652,3	585	14317,2	1664,9	19,9	59,9
13-14	5,3	46	7,87	68,32	457,59	14299,5	460	15973,2	1673,7	20,0	60,0
14-15	3,5	49,5	5,2	73,52	302,18	15387,9	303	17064	1676,1	20,0	60,0
15-16	3,9	53,4	5,78	79,3	336,72	16597,7	330	18252	1654,3	19,8	59,8
16-17	4,1	57,5	6,09	85,39	353,98	17872,3	360	19548	1675,7	20,0	60,0
17-18	4,7	62,2	6,98	92,37	405,78	19333,3	400	20988	1654,7	19,8	59,8
18-19	5,6	67,8	8,32	100,69	483,49	21074,7	490	22752	1677,3	20,0	60,0
19-20	6,5	74,3	9,65	110,34	561,19	23094,4	561	24771,6	1677,2	20,0	60,0
20-21	7,7	82	11,43	121,77	664,80	25486,7	567	26812,8	1326,1	15,8	55,8
21-22	10,9	92,9	16,3	137,96	941,08	28875,3	572	28872	-3,3	0,0	40,0
22-23	5,4	98,3	8,02	145,98	466,22	30554,0	572	30931,2	377,2	4,5	44,5
23-24	1,7	100	2,52	148,5	146,77	31081,4	500	32731,2	1649,8	19,7	59,7

tre curbele 1 și 2 este corespunzătoare segmentuui AB și are valoarea de 1692,5 MJ. Puterea termică a serpentinei boilerului este de 572 kW și aceasta poate asigură încălzirea apei din boiler de la temperatura de 10°C până la temperatura de 34,6°C, motiv pentru care înainte de începerea consumului, apa din boiler trebuie încălzită până la o temperatură mai mare de 40°C.

Exemplul de calcul 2.

Se dimensionează instalația de preparare a apei calde cu schimbătoare de căldură cu plăci și rezervoare fără serpentină, pentru cele 660 de apartamente din exemplul de calcul 1.

Rezolvare.

Se întocmește tabelul de calcul 2.9.24 în același mod ca tabelul 2.9.23, ținând seama de faptul că suprafața de schimb de căldură poate avea mărimea, începând de la mărimea serpentinei unui boiler, în jur de cca 50 % din puterea termică maximă și până la puterea termică maximă. În primul caz va rezulta un volum maxim al acumulatorului de apă caldă, iar în al doilea caz nu va mai fi nevoie de acumulator.

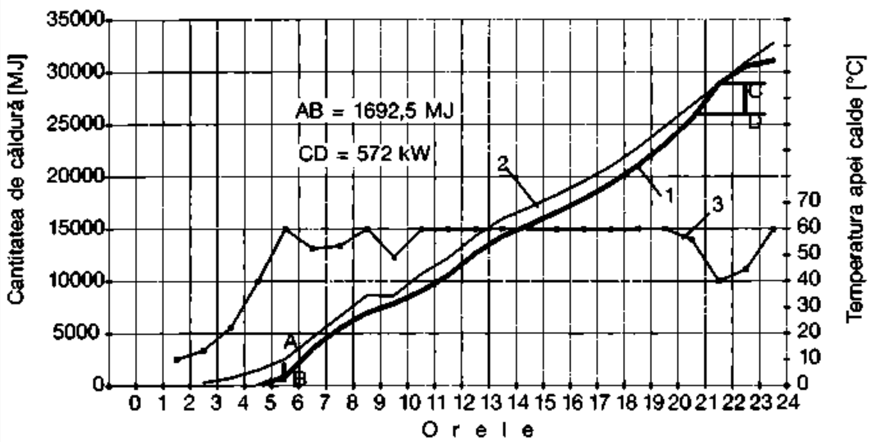


Fig. 2.9.20. Prezentarea grafică a elementelor de calcul pentru prepararea apei calde cu boilere la un ansamblu de 660 de apartamente (exemplul de calcul 1):
1 - variația orară a necesarului de căldură pentru prepararea apei calde de consum pentru ansamblul de 660 de apartamente; 2- variația orară a cantității de căldură furnizată de sursă; 3 - variația orară a temperaturii apei calde la ieșirea din schimbătorul de căldură.

Alegerea mărimii schimbătorului de căldură este dictată pe de o parte de alegerea unui raport convenabil între mărimea schimbătorului de căldură și mărimea volumului de acumulare, iar pe de altă parte de mărimea sursei de căldură aferentă preparării apei calde. În cazul schemelor de racordare la sistemele centralizate de alimentare cu căldură, de tipul într-o treaptă în serie cu instalația de încălzire, în cazul clădirilor de locuit, schimbătorul de căldură poate avea până la 80 % din puterea termică maximă.

În fig. 2.9.21 este prezentată variația consumului de căldură prin curba 1 și cantitatea de căldură furnizată de sursă prin curba 2 pentru o mărime a schimbătorului de căldură de cca 50% din puterea termică maximă, respectiv o putere de 581,4 kW. În acest caz rezultă un necesar maxim de căldură de acumulat de 1595,1 MJ și un volum de acumulare de: $V = 1595,1/4,1868 \cdot 50 = 7,6$ m^3.

Se aleg 2 rezervoare de acumulare de câte 4 m^3 fiecare.

După cum se poate constata din fig. 2.9.21, la atingerea temperaturii de 60°C în rezervorul de apă caldă, fără serpentină, se poate opri alimentarea cu căldură și asigurarea consumului de apă caldă din rezervor, după care alimentarea cu căldură se asigură în funcție de mărimea consumului numai cu scimbătorul de căldură sau cu schimbătorul de căldură și cu apa caldă din rezervor.

Procesul de furnizare a apei calde este determinat de temperatura apei calde din partea superioară și din partea inferioară a

Tabelul 2.9.24. Calculul cantității de căldură transmisă apei acumulate în rezervorul fără serpentină (exemplul de calcul 2)

Ora	P [%]	$P_{cumulat}$ [%]	$\dot{V}_{mh}$ [m^3/h]	$V_{mh\ cumulat}$ [m^3]	Q_c [kW]	$Q_{c\ cumulat}$ [MJ]	Q_s [kW]	$Q_{s\ cumulat}$ [MJ]	Q_a [MJ]	ΔT [K]	$\Delta T_{c\ min}$ [K]
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	2,8	2,8	4,16	4,16	241,74	870,7	465,1	1674,4	803,3	25,2	35,2
6-7	8,6	11,4	12,77	16,93	742,50	3543,5	581,4	3767,4	222,3	7,0	17,0
7-8	6,3	17,7	9,36	26,29	543,92	5502,6	581,4	5860,4	358,2	11,2	21,2
8-9	4,7	22,4	6,98	33,27	405,78	6963,5	581,4	7953,4	990,3	31,0	41,0
9-10	2,9	25,3	4,31	37,58	250,38	7865,6	418,0	9458,3	1594,0	50,0	60,0
10-11	3,8	29,1	5,64	43,22	328,08	9046,0	0,00	9458,3	412,9	12,9	22,9
11-12	4,8	33,9	7,13	50,35	414,42	10538,4	305,2	10557,1	20,0	0,6	10,6
12-13	6,8	40,7	10,1	60,45	587,09	12652,3	581,4	12650,1	0	0,0	10,0
13-14	5,3	46	7,87	68,32	457,59	14299,5	581,4	14743,1	445,1	1,4	24,0
14-15	3,5	49,5	5,2	73,52	302,18	15387,9	581,4	16836,1	1450,3	45,5	55,5
15-16	3,9	53,4	5,78	79,3	336,72	16597,7	376,7	18192,4	1595,1	50,0	60,0
16-17	4,1	57,5	6,09	85,39	353,98	17872,3	60,5	18410,1	537,8	16,9	26,9
17-18	4,7	62,2	6,98	92,37	405,78	19333,3	581,4	20503,1	1170,0	30,7	46,7
18-19	5,6	67,8	8,32	100,69	483,49	21074,7	581,4	22596,1	1522,4	47,7	57,7
19-20	6,5	74,3	9,65	110,34	561,19	23094,4	581,4	24689,1	1595,1	50,0	60,0
20-21	7,7	82	11,43	121,77	664,80	25486,7	581,4	26782,1	1294,8	40,6	50,6
21-22	10,9	92,9	16,19	137,96	941,08	28875,3	581,4	28875,1	0	0,0	10,0
22-23	5,4	98,3	8,02	145,98	466,22	30554,0	581,4	30968,1	414,6	13,0	23,1
23-24	1,7	100	2,52	148,5	146,77	31081,4	474,4	32676,0	1594,2	50,0	60,0

rezervorului, în care sunt montați senzori de temperatură (fig. 2.9.8).

Pompa care asigură circulația apei calde între schimbătorul de căldură și rezervorul de acumulare se dimensionează în funcție de puterea termică a schimbătorului de căldură cu relația:

$V_p = 581,4 \cdot 0,86/(\theta_{max} - \theta_{min}) = 581,4 \cdot 0,86/50 = 10$ m³/h

Pentru analiza unei variante cu un schimbător de căldură mai mare, se întocmește tabelul 2.9.25.

În fig. 2.9.22 este prezentată variația consumului de căldură prin curba 1 și cantitatea de căldură furnizată de sursă prin curba 2 pentru o mărime a schimbătorului de căldură de cca 70% din puterea termică maximă, respectiv o putere de 813,9 kW. În acest caz rezultă un necesar maxim de căldură de acumulat de 1045,9 MJ și un volum de acumulare de:

$V = 1045,9/4,1868 \cdot 50 = 5$ m³

Se alege un rezervor de 5 m³ sau 2 rezervoare de acumulare de câte 2,5 m³ fiecare. În cazul în care s-a redus mărimea rezervorului de acumulare, după cum se poate constata din fig. 2.9.22, rezervorul de acumulare se va descărca mai des, de 5 ori în loc de 2 ori ca în cazul precedent.

Pompa de circulație dintre schimbător de căldură și acumulator va avea un debit mai mare, respectiv:

$V_p = 813,9 \cdot 0,86/(\theta_{max} - \theta_{min}) = 813,9 \cdot 0,86/50 = 14$ m³/h

Pentru schimbătorul de căldură se alege tipul cu plăci care se dimensionează ținând seama de următoarele:

- **pentru primul caz**, se ia în considerație P = 581,4 kW, debitul de apă caldă de 10 m³/h și ΔT_{ac} = 50 K (60°C - 10°C), pentru agentul termic primar în cazul apei calde 95 – 75°C, debitul de agent termic este 25 m³/h, iar pentru apa fierbinte 120 - 80 °C debitul de agent termic este 12,5 m³/h;
- **pentru al doilea caz**, se ia în considerație P = 813,9 kW, debitul de apă caldă de 14 m³/h și ΔT_{ac} = 50 K (60°C - 10°C), pentru agentul termic primar în cazul apei calde 95 – 75°C, debitul de agent termic este 35 m³/h, iar pentru apa fierbinte 120 - 80°C debitul de agent termic este 17,5 m³/h.

Diferența de temperatură medie logaritmică se calculează cu relația 2.9.22:

$\Delta T_m = (\Delta T_{max} - \Delta T_{min})/2,3 \lg (\Delta T_{max}/\Delta T_{min})$

- **pentru primul caz:**

$\Delta T_m = (65 - 35)/2,3 \lg (65/35) = 30/2,3 \lg 1,86 = 48,5$ K

- **pentru al doilea caz:**

$\Delta T_m = (70 - 60)/2,3 \lg (70/60) = 10/2,3 \lg 1,17 = 64,9$ K

Suprafața schimbătorului de căldură se calculează cu relația 2.9.25:

$A = Q/\varphi \cdot U_s \cdot \Delta T_m = 581.400/0,9 \cdot U_s \cdot \Delta T_m$

- **pentru primul caz:**

$A_1 = 581.400/0,9 \cdot 3500\ 48,5 = 3,8$ m²

$A_2 = 581.400/0,9 \cdot 4500 \cdot 64,9 = 2,2$ m²

- **pentru al doilea caz:**

$A_1 = 813.900/0,9 \cdot 3500 \cdot 48,5 = 5,3$ m²

$A_2 = 813.900/0,9 \cdot 4500 \cdot 64,9 = 3,1$ m²

Din tabelul 2.9.3 se aleg schimbătoarele de căldură **SCHMIDT BRETTEN** de tipul SIGMA 9, cu suprafața de schimb de căldură cuprinsă între 0,368 și 12,696 m². Calculul mărimii suprafeței schimbătoarelor de căldură este un calcul estimativ, deorece valoarea coeficientului global de transfer termic U_s s-a ales ca o valoare aproximativă între limitele prevăzute în tabelul 2.9.26, cuprinsă între 1500 și 7000 W/m²·K.

Cu datele stabilite mai înainte, mai puțin valoarea coeficientului global de transfer termic, puse la dispoziția firmei Schmidt Bretten, prin programul de calcul se stabilește exact mărimea suprafeței de schimb de căldură.

Fișa tehnică furnizată de firma SCHMIDT BRETTEN pentru un schimbător de căldură cu plăci este prezentată în continuare în tabelul 2.9.27.

După cum se poate constata, pe baza datelor din fișa tehnică, pentru primul caz, suprafața schimbătorului de căldură este de 3,5 m², în loc de 3,8 m² cât s-a estimat și coeficientul de schimb de căldură este de 3.457,5 W/m²·K față de 3.000 W/m²·K.

Pentru toate cele 4 schimbătoare de căldură, datele sintetice sunt prezentate în tabelul 2.9.28.

Pentru calculul coeficientului global de transfer termic al schimbătoarelor de căldură cu plăci, așa cum s-a arătat mai înainte, firmele furnizoare utilizează programe de calcul specifice schimbătoarelor de căldură utilizate.

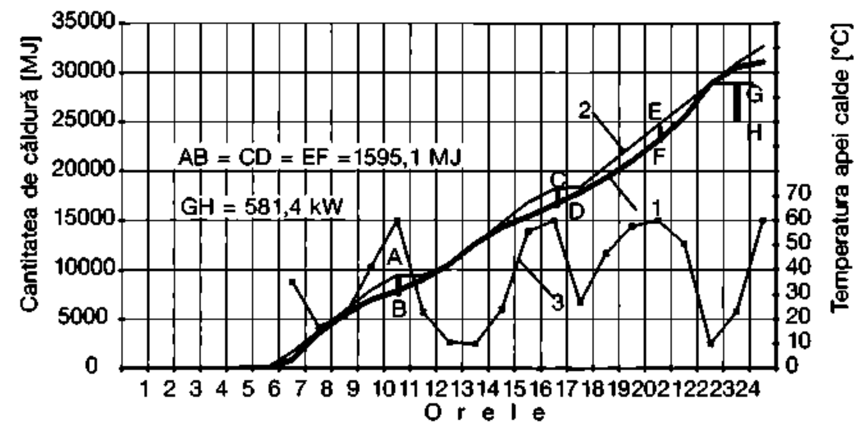


Fig. 2.9.21. Prezentarea grafică a elementelor de calcul pentru prepararea apei calde cu schimbătoare de căldură și rezervoare fără serpentină la un ansamblu de 660 de apartamente (exemplul de calcul 2):
1 - variația orară a necesarului de căldură pentru prepararea apei calde de consum pentru ansamblul de 660 de apartamente; 2 - variația orară a cantității de căldură furnizată de sursă; 3 - variația orară a temperaturii apei calde la ieșirea din schimbătorul de căldură.

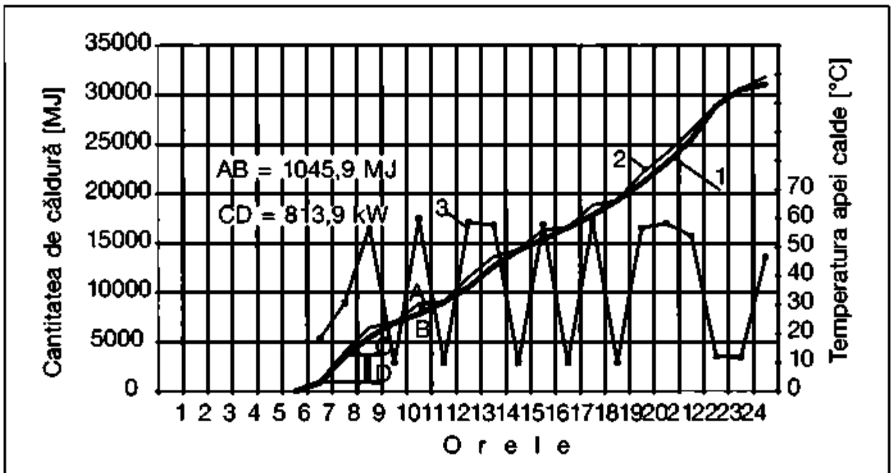


Fig. 2.9.22. Prezentarea grafică a elementelor de calcul pentru prepararea apei calde cu schimbătoare de căldură și rezervoare fără serpentină la un ansamblu de 660 de apartamente (exemplul de calcul 3):
1 - variația orară a necesarului de căldură pentru prepararea apei calde de consum pentru ansamblul de 660 de apartamente; 2 - variația orară a cantității de căldură furnizată de sursă; 3 - variația orară a temperaturii apei calde la ieșirea din schimbătorul de căldură.

2.9.6. Utilizarea surselor regenerabile pentru prepararea apei calde de consum

Reducerea consumului de petrol și gaze naturale, conduce la utilizarea surselor regenerabile pentru prepararea apei calde de consum. Cele mai uzitate surse sunt, energia geotermală și energia solară. În cazul energiei geotermale sunt utilizate apele geotermale direct ca agent termic cât și energia geotermală din apă și sol extrasă cu ajutorul pompelor de căldură.

2.9.6.1. Utilizarea apelor geotermale pentru prepararea apei calde de consum

În România sunt o serie de zone în care apa geotermală are temperaturi peste 60°C, ceea ce le face apte pentru prepararea apei calde de consum. În câmpia de vest a țării, în zona de la Arad la Satu Mare și în câmpia Banatului, sunt sute de sonde din care se extrage apa termală cu temperaturi cuprinse între 60 și 85°C. În București, la Otopeni și la Casa Presei Libere, apele termale au o temperatură de cca. 63°C. În Banat la Teremia Mare și în Bihor la Oradea, apa termală are temperatura peste 80°C. Apele termale de la Teremia Mare au un conținut ridicat de gaze naturale care au fost separate din apele termale și utilizate pentru încălzirea unui ansamblu de clădiri de locuit.

În unele cazuri, în special când conținutul de săruri din apele termale este relativ scăzut, apele ternale sunt folosite

Tabelul 2.9.26. Caracteristicile constructive și funcționale ale schimbătoarelor de căldură cu plăci SCHMIDT-BRETTEN TECHNOLOGY

Seria	Tip placă	Suprafața minimă/maximă pe schimbător [m²]	Coeficient transfer min/max [W/m²·K]	Dimensiuni $L_{max}/B/H$ [mm]
Schimbătoare cu plăci și garnituri standard: θ_{max} 160 °C; P_{max} 25 bar				
M	SIGMA M7	0,236/5,605	1500...7000	665/210/730
	SIGMA M9	0,368/12,696	1500...7000	915/210/954
	SIGMA M13	0,480/18,000	2500...10000	1132/3300/890
	SIGMA M19	1,330/45,600	2500...10000	1375/380/1107
	SIGMA M27	1,718/40,507	1500...7000	875/400/1261
	SIGMA M29	2,030/68,150	2500...10000	1395/545/1390
	SIGMA M37	2,415/56,580	1500...7000	1435/460/1585
	SIGMA M49	2,870/95,120	2500...10000	1400/540/1470
	SIGMA M66	7,205/120,520	1500...7000	1755/650/1960
	SIGMA M76	7,550/233,295	1500...7000	2235/700/1996
	SIGMA M96	10,050/308,535	1500...7000	2235/700/2370
Schimbătoare cu plăci sudate: $\theta_{min}/\theta_{max}$ 195/300 °C; P_{max} 30 bar				
SIGMAWIG	ST 3	0,200/2,700	600...7000	601/108/303
	ST 12	2,000/16,500	600...7000	470/270/590
	ST 18	3,000/25,300	600...7000	470/270/834
	ST 30	4,800/64,660	600...7000	960/550/1100
	ST 40	7,360/97,520	600...7000	960/550/1400
Schimbătoare cu plăci brazate: $\theta_{min}/\theta_{max}$ -10/+180 °C; P_{max} 25 bar				
XB	XB 04	0,160/1,200	1500...8000	146/93/296
	XB 06	0,184/1,610	1500...8000	128/95/320
	XB 10	0,184/1,610	1500...8000	189/118/288
	XB 20	0,290/2,030	1500...8000	189/118/338
	XB 24	0,370/2,590	1500...8000	169/93/490
	XB 30	0,410/4,100	1500...8000	267/118/438
	XB 36	0,540/5,400	1500...8000	253/119/525
	XB 40	0,620/6,200	1500...8000	237/118/630
	XB 51	2,430/9,720	1500...8000	319/253/462
	XB 60	6,930/15,84	1500...8000	442/280/520
	XB 70	12,800/51,200	1500...8000	550/365/990

Tabelul 2.9.25. Calculul cantității de căldură transmisă apei acumulate în rezervorul fără serpentină (exemplul de calcul 2)

Ora	P [%]	$P_{cumulat}$ [%]	$\dot{V}_{mh}$ [m³/h]	$V_{mh\ cumulat}$ [m³]	Q_c [kW]	$Q_{c\ cumulat}$ [MJ]	Q_s [kW]	$Q_{s\ cumulat}$ [MJ]	Q_a [MJ]	ΔT [K]	$\Delta T_{c\ min}$ [K]
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	2,8	2,8	4,16	4,16	241,74	870,7	290	1046,5	175,8	8,4	18,4
6-7	8,6	11,4	12,77	16,93	742,50	3543,5	814	3976,7	433,0	20,7	30,7
7-8	6,3	17,7	9,36	26,29	543,92	5502,6	697	6488,4	986,5	47,1	57,1
8-9	4,7	22,4	6,98	33,27	405,78	6963,5	132	6963,5	0,7	0,0	10,0
9-10	2,9	25,3	4,31	37,58	250,38	7865,6	540	8910,0	1045,9	50,0	60,0
10-11	3,8	29,1	5,64	43,22	328,08	9046,0	38	9046,0	0,8	0,0	10,0
11-12	4,8	33,9	7,13	50,35	414,42	10538,4	697	11557,7	1020,5	48,8	58,8
12-13	6,8	40,7	10,1	60,45	587,09	12652,3	581	13650,7	1000,0	47,8	57,8
13-14	5,3	46	7,87	68,32	457,59	14299,5	179	14297,4	0,6	0,0	10,0
14-15	3,5	49,5	5,2	73,52	302,18	15387,9	581	16390,5	1004,6	48,0	58,0
15-16	3,9	53,4	5,78	79,3	336,72	16597,7	58	16597,7	0,4	0,0	10,0
16-17	4,1	57,5	6,09	85,39	353,98	17872,3	639	18900,0	1027,6	49,1	59,1
17-18	4,7	62,2	6,98	92,37	405,78	19333,3	120	19333,2	0,0	0,0	10,0
18-19	5,6	67,8	8,32	100,69	483,49	21074,7	756	22054,2	980,2	46,8	56,8
19-20	6,5	74,3	9,65	110,34	561,19	23094,4	569	24054,2	1011,2	48,3	58,3
20-21	7,7	82	11,43	121,77	664,80	25486,7	639	26407,7	920,2	44,0	54,0
21-22	10,9	92,9	16,19	137,96	941,08	28875,3	697	28919,3	43,8	2,1	12,1
22-23	5,4	98,3	8,02	145,98	466,22	30554,0	465	30593,7	40,0	1,9	11,9
23-24	1,7	100	2,52	148,5	146,77	31081,4	349	31849,5	767,4	36,7	46,7

Tabelul 2.9.27

Technical Calculation	UM	Cold side		Warm side	
Section: exchanger				water	water
Flow rate		10,0	m³/h	25,7	m³/h
Mass flow		9,984,5	kg/h	24,863,1	kg/h
Heat load	[kW]	580.00			
Temperature in - out	[°C]	10,0 - 60,0		95,0 - 75,0	
Medium type		liquid	gaseous	liquid	gaseous
Density	[t/m³]	0,994		0,969	
Specific Heat	[kJ/kg·K]	4,182		4,199	
Thermal conductivity	[W/m·K]	0,623		0,673	
Dynamic viscosity	[cP]	0,722		0,334	
Latent heat	[J/kg]	0,000		0,000	
Surface	[m²]	3,5			
U-Value	[W/m²·K]	3.457,50			
Excess surface I Fouling	% I cm²·K/W	19,40 I 0,4698			
Plate material I Gasket material I Fixing		AISI 316L I NBR I mechanically fixed			
No. of plates I Plate thickness min. / max.	No. I mm	31 I 0,50 / 0,50			
Pressure loss	[bar] I [bar]	0,035		0,18	
Hold-up volume	I	3,725		3,725	
No. of passes I Plate arrangement	countercurrent	1 I 1 x 15 SW		1 I 1 x 15 SW	
Frame design	Carbon steel - primer and coating according RAL 7001				
Rules I Fluid group I Categorie		PED / AD2000 I 2 I Art. 3 Paragraph 3			
Intermediate plate I Intermediate frame	No.	0 I 0			
Oper. pressure (minImax) I Test pressure	[bar]	0,00 I 6,00 I 7,80			
Operating temperature	min I max	5,0 °C I 120,0 °C			
Design temperature	min I max	5,0 °C I 120,0 °C			
Maximum fitting no. of plates		74			

Cold side		**Connections**	**Warm side**		
	Pos.	Type I Size I Material		Pos.	Type I Size I Material
In	A	direct connection for COMPAC-flange DN 65 NBR	In	C	direct connection for COMPAC-flange DN 65 NBR
Out	B	direct connection for COMPAC-flange DN 65 NBR	Out	D	direct connection for COMPAC-flange DN 65 NBR

direct la puctele de consum. O situație de folosire directă a apelor termale ca apă caldă de consum a existat la Oradea și la un cartier de 2000 de apartamente la Budapesta.

În cazul utilizării apelor geotemale, se pune problema evacuării apei geotermale după utilizarea, la încălzirea apei calde de consum. În cele mai multe cazuri, apele geotermale au un conținut ridicat de substanțe minerale, unele din acestea foarte agresive, astefel că apar dificultăți în cazul evacuării în emisari naturali a apelor geotermale uzate. Pe lângă substanțele minerale, temperatura de evacuare a apelor geotermale este o piedică în evacuarea directă în emisari, deorece datorită unei temperaturi ridicate, apare pericolul distrugerii florei și faunei emisarilor naturali. În această situație se pune problema reinjectării în sol a apelor geotermale după utilizarea lor.

Dificultățile legate de temperatura de evacuare pot fi eliminate prin trecerea apelor geotemale prin bazine deschise, care se pot utiliza pentru agrement sau numai ca bazine de răcire.

O instalație de preparare a apei calde de consum cu apă termală, constă din utilizarea unei sonde cu o temperatură peste 60 °C, un rezervor de acumulare a apei geotermale în care se face degazare și depunerea de săruri și un schimbător de căldură pentru prepararea apei calde de consum. Se utilizează schimbătoare de căldură cu plăci care permit cu ușurință operații de curățire a depunerilor de săruri minerale, astfel că se folosesc fecvent 2 schimbătoare în paralel.

În fig. 2.9.23 este prezentată schema unei instalații de preparare a apei calde de consum cu rezervor deschis pentru acumularea apei geotermale.

Nivelul geostatic al apei geotermale fiind sub nivelul terenului, se utilizează o pompă submersibilă 9′pentru alimentarea cu apă geotermală a rezervorului deschis 8. prevăzut cu un robinet de închidere cu plutitor 7. Capul sondei 4, este amplasat întrun cămin subteran 3.

Prepararea apei calde de consum se realizează cu ajutorul unor schimbătoare de căldură cu plăci 10, iar ciculația apei geotemale, dintre rezeervorul deschis și schimbătoarele de căldură, se face cu o pompă de ciculație 9. Prin conductele 11, se alimentează cu apă geotemală schimbătoarele de căldură iar prin conductele 12 se asigură alimentarea cu apă caldă a punctelor 13 de consum. Evacuarea apei geotermale uzate se face prin conducta 16, spre emisar, după trecerea prin bazine de răcire sau se reintroduce în sol prin sonde de injecție.

Alimentarea cu apă rece a schimbătoarelor de căldură se face prin conducta 14, pe care este montat un debitmetru 15.

În fig. 2.9.24 este prezentată instalația de preparare a apei calde de consum, cu rezervor deschis pentru acumularea apei geotermale și instalație de spălare a conductelor de alimentare a rezervorului.

Tabelul 2.9.28. Datele sintetice pentru schimbătoarele de căldură din exemplul de calcul 2, puse la dispoziție de firma SCHMIDT BRETTEN

Q	Temperatura primar tur/retur	Debit primar	Temperatura secundar tur/retur	Debit secundar	Tip placă	Tip schimbător	Număr plăci	Suprafața transfer termic	Coeficient transfer termic	Δp primar	Δp secundar	Dimensiuni L/B/H
[kW]	[°C]	[m³/h]	[°C]	[m³/h]				[m²]	[W/m²·K]	[bar]	[bar]	[mm]
580	95/75	25,7	10/60	10	M13	M13 NBL-31	31	3,5	3457,5	0,180	0,035	612/300/875
580	120/80	12,9	10/60	10	M13	M13 NCL-17	17	1,8	4993,7	0,146	0,106	367/330/890
810	95/75	35,8	10/60	14	M13	M13 NBL-43	43	4,9	3415,4	0,195	0,037	612/300/875
810	120/80	18	10/60	14	M13	M13 NCL-23	23	2,5	4981,4	0,154	0,112	617/330/890

în exploatarea sondelor geotermale s-a constatat faptul că se colmatează cu săruri conducta de alimentare dintre capul sondei și rezervorul de acumulare a apei geotermale. Pentru a asigura funcționarea continuă cu apă geotermală, se prevede dublarea conductei de alimentare dintre capul sondei și rezervorul de acumulare. Pentru decolmatarea conductelor se prevede un rezervor 17 cu soluție de spălare și o pompă de circulație a soluției 18.

Sunt situații în care nivelul geostatic al apei geotermale se găsește deasupra nivelului terenului, fig. 2.9.25, caz în care se utilizează rezervoare de acumulare sub presiune. La captarea apelor geotermale se constată existența gazelor naturale sau a bioxidului de carbon. Pentru aceasta rezervoarele de acumulare a apei geotermale sunt de tipul sub presiune cu dispozitive de evacuare a gazelor în atmosferă 7, sau de captare a acestora.

În cazul în care debitul sau temperatura apei geotermale nu asigură energia termică pentru producerea apei calde de consum, se apelează la o sursă auxiliară care asigură diferența de energie termică. În fig. 2.9.26, se prezintă schema de preparare a apei calde de consum cu sursă auxiliară. Apa caldă de consum preîncălzită în schimbătoarele de căldură alimentate cu agent termic apa geotermală 10, trece prin schimbătorul de căldură cu agent termic de la o sursă auxiliară10′.

Acumularea energiei termice se poate asigura și prin acumularea apei calde de consum în rezervoare verticale de acumulare 8′. În fig. 2.9.27, se prezintă instalația de preparare a apei calde de consum cu energie geotermală și rezervor de acumulare a apei calde de consum.

Între rezervorul de acumulare și schimbătoarele de căldură se montează o pompă de circulație 9′, care asigură încărcarea rezervorului cu apă caldă de consum în perioadele de consum redus sau nul. La vârful de consum apa caldă este asigurată de schimbătoarele de căldură și de apa acumulată în rezervorul de acumulare.

În cazul în care energia termică asigurată de apa geotermală este mai mare decât necesarul de energie termică pentru prepararea apei calde de consum, se poate asigura și energia termică pentru încălzirea spațiilor cu diferite funcțiuni.

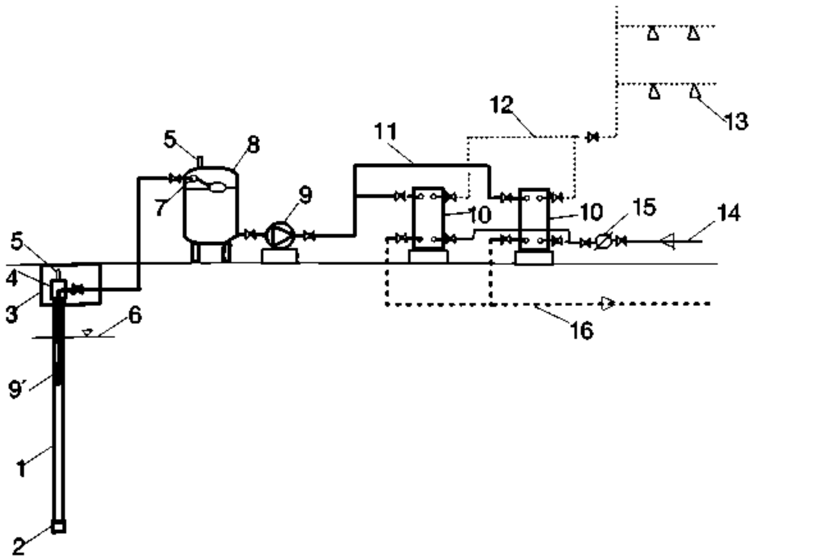


Fig. 2.9.23. Instalație de preparare a apei calde de consum, cu rezervor deschis pentru acumularea apei geotermale:
1 – sondă geotermală; 2 – filtrul sondei; 3 – căminul sondei; 4 – capul sondei; 5 – dispozitiv de aerisire; 6 – nivelul geostatic al apei geotemale; 7 – robinet de închidere cu plutitor; 8 – rezervor deschis de acumulare a apei geotermaale; 9 – pompă pentru circularea apei geotermale; 9′ - pompă submersibilă; 10 – schimbător de căldură cu plăci; 11 – conducte de alimentare cu apă geotermală a schimbătoarelor de căldură; 12 – conducte de alimentare cu apă caldă de consum; 13 – puncte de consum a apei calde; 14 – conductă de alimentare cu apă rece; 15 – debitmetru pentru apa rece; 16 – conductă de evacuare a apei geotermale uzate.

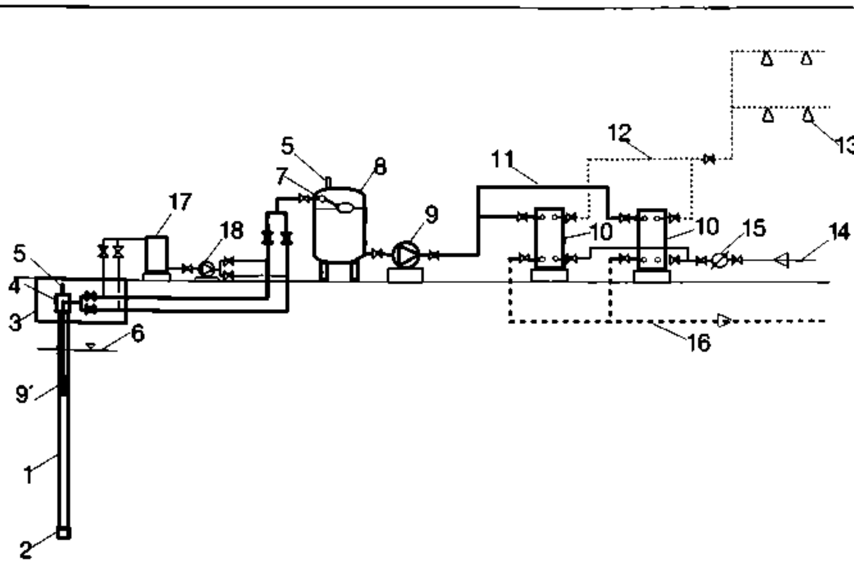


Fig. 2.9.24. Instalație de preparare a apei calde de consum, cu rezervor deschis pentru acumularea apei geotermale și instalație de spălare a conductelor de alimentare a rezervorului:
reperele de la 1 la 16 au semnificația din fig. 2.9.23; 17 – rezervor pentru soluția de spălare; 18 – pompă pentru soluția de spălare.

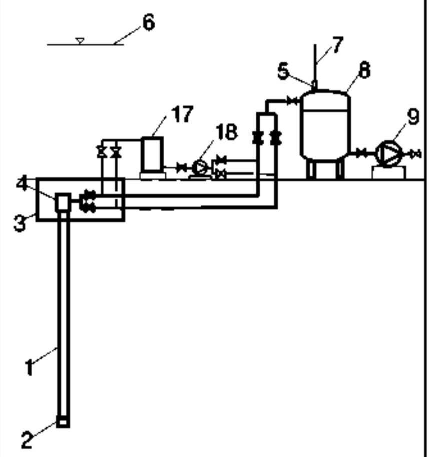


Fig. 2.9.25. Instalație de captare a apei geotemale, cu rezervor închis pentru acumularea apei geotermale și instalație de spălare a conductelor de alimentare a rezervorului:
reperele de la 1 la 6 și 9, 17 și 18 au semnificația din fig. 2.9.23; 7 – conductă de evacuare a gazelor din sondă; 8 – rezervor de acumulare a apei geotermale sub presiune.

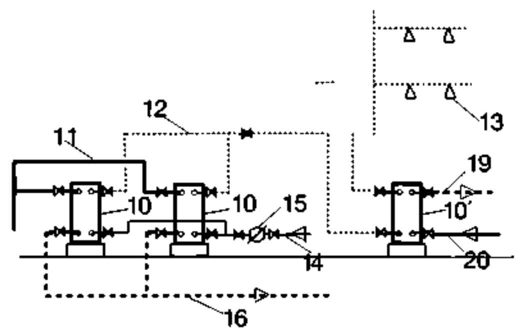


Fig. 2.9.26. Instalație de preparare a apei calde de consum cu energie geotemală și sursă auxiliară:
reperele de la 11 la 16 au semnificația din fig. 2.9.23; 10′ - schimbător de căldură al sursei auxiliare; 19 – conducă de ducere a agentului termic de la sursa auxiliară; 20 – conductă de întoarecere a agentului termic de la sursa auxiliară.

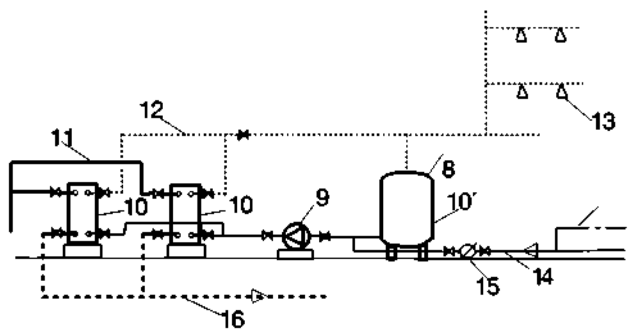


Fig. 2.9.27. Instalație de preparare a apei calde de consum cu energie geotemală și rezervor de acumulare a apei calde de consum:
reperele de la 11 la 16 au semnificația din fig. 2.9.23; 8′ - rezervor de acumulare a apei calde de consum; 9′ - pompă de circulație a apei calde între schimbătoarele de căldură și rezervorul de acumulare a apei calde.

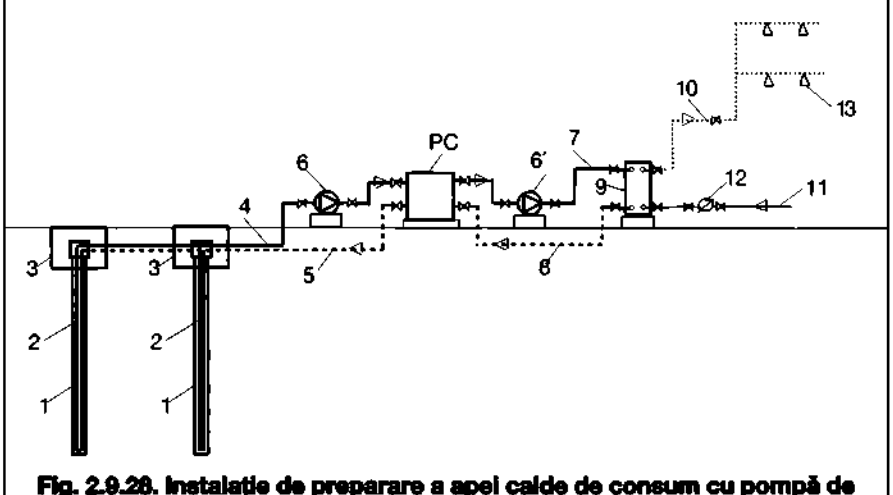


Fig. 2.9.28. Instalație de preparare a apei calde de consum cu pompă de căldură cu captarea energiei termice din foraje în sol:
1 – foraj; 2 – Conductă de captare a energiei termice; 3 – căminul forajului; 4 – conductă de aducere a agentului termic de temperatură joasă de la foraj; 5 – conductă de ducere a agentului termic de temperatură joasă spre foraj; 6 – pompă de circulație a agentului termic de temperatură joasă; 6′ - pompă de circulație a agentului termic de temperatură ridicată; 7 – conductă de transport a agentului termic de temperatură ridicată de la pompa de căldură la schimbătorul de căldură; 6 – idem, de la schimbătorul de căldură la pompa de căldură; 9 – schimbător de căldură cu plăci pentru prepararea apei calde de consum; 10 - conducte de alimentare cu apă caldă de consum; 11 – conductă de alimentare cu apă rece; 12 – debitmetru pentru apa rece; 13 – puncte de consum a apei calde; PC – pompă de căldură.

2.9.6.2. Utilizarea energiei geotermale cu pompe de căldură pentru prepararea apei calde de consum

Energia geotermală poate fi extrasă cu ajutorul pompelor de căldură pentru prepararea apei calde de consum, fie cu ajutorul unor foraje, fie cu ajutorul unor serpentine îngopate în sol.

În fig. 2.9.28, este prezentată instalația de preparare a apei calde de consum cu pompă de căldură și cu captarea energiei termice din foraje în sol. Se execută forajele 1, la adâncimi cuprinse între 20 și 30 m, în care se introduc serpentine 2, realizată din materiale rezistente la coroziune. Prin serpentină circulă un agent termic care captează energia termică de potențial scăzut de la forajul din sol și o transportă la pompa de căldură PC. De la pompa de căldură, agentul termic este reciculat spre foraje și ciclul continuă. Pompa de căldură transferă căldură de la agentul termic cu potențial scăzut la un agent termic cu potențial ridicat, care cu ajutorul unui schimbător de căldură 9, asigură prepararea apei calde de consum.

Când există teren disponibil în apropierea instalației de preparare a apei calde de consum, în locul forajelor în sol, se captează energia geotermală cu ajutorul unei serpentine orizontele, îngopată în sol. Deasupra serpentinei se așează un strat de protecție care poate avea rol de protecție mecanică sau termică, fig. 2.9.29.

2.9.6.3. Utilizarea energiei solare pentru prepararea apei calde de consum

Energia soară a avut în România o aplicare largă, la finele anului 1989, fiind montate instalații solare cu o suprafață de 1 milion de m^2, din care peste 90% pentru pentru prparearea apei calde de consum. A exisatat o amplă activitate de cercetare, studii, proiecte tip și refolosibile, proiecte de execuție și de producere de captatoare solare.

În cadrul INCERC București, Facultatea de Instalații București și o serie de institute de proiectare ca IPCT, ICPROM Iași, IP Constanța, IPROTIM, IP Piatra Nemț, IP Brașov, IPC Cluj-Napoca etc, s-au desfășurat ample activități de cercetare și proiectare. Menționez cele trei case solare, două la Câmpina una în sistem pasiv și a doua în sistem activ și una la INCERC în sistem mixt, activ și pasiv, în care s-au efectuat cercetări legate de prepararea apei calde de consum și de încălzirea clădirilor cu energie solară. La casa solară de la INCERC s-au efectuat cercetari privind peretele solar Dan Constantinescu mai eficient energetic ca peretele TROMBE-MICHEL. INCERC, a cercetat la ICH, sisteme de stocare a căldurii vara pentru încălzire în perioada de iarnă utilizând și pompă de căldură.

În prezent s-au reluat la INCERC cercetările la o nouă casă solară pasivă iar Facultatea de Instalații București a proiectat și cercetează un sistem de preparare a apei calde cu energie solară și de încălzire cu energie geotermală cu pompe de căldură.

O instalație solară de preparare a apei calde de consum cu energie solară este prezentată în fig. 2.9.30 a, în care captatoarele solare 1, sunt amplasate la nivelul terenului. Rezervorul de acumulare a apei calde preparată solar 2, se găsește amplasat la un nivel mai ridicat față de captatoarele solare și fiind sub presiune, este situat mai jos față de puctele de consum a apei calde 10. Pentru controlul temperaturii apei calde de consum, este prevăzută o vană motorizată cu trei căi 8 care este comandată de un senzor de temperatură 14 și care permite amestecul apei calde preparată solar cu apa rece prin conducta de ocolire 7. Pe conducta de alimentare cu apă rece 6, este montat un debitmetru 9. Instalați este prevăzută cu robinte de golire la câmpul de captatoare și la rezervorul de acumulare precum și cu dispozitive de aerisire 12 și de siguranță 13. Când energia solară este redusă, temperatura apei calde de consum poate coborî sub limita de utilizare ca apă caldă ceea ce face ca instalația solară să nu mai poată fi utilizată. În fig. 2.9.30 b, este prezentat un rezervor de acumulare cu serpentină care primește prin conducta 16, agent termic de la un cazan de încălzire. În locul serpentinei. Se poate utiliza o rezistență electrică pentru asigurarea nivelului prescris de temperatură.

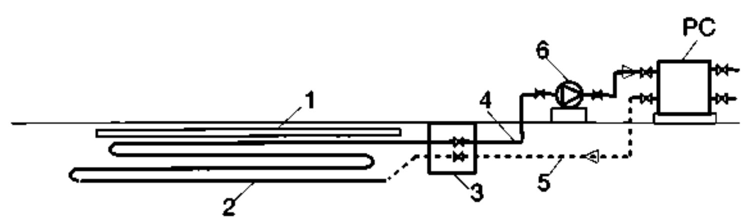


Fig. 2.9.29. Instalație de preparare a apei calde de consum cu pompă de căldură cu captarea energiei termice cu serpentină îngopată în sol:
1 – strat de protecție; 2 – serpentină amplasată în sol; 3 – cămin; 4 - conductă de aducere a agentului termic de temperatură joasă de la serpentina îngropată în sol; 5 - conductă de ducere a agentului termic de temperatură joasă spre serpentina îngropată în sol; 6 – pompă de circulație a agentului termic de temperatură joasă; PC – pompă de căldură.

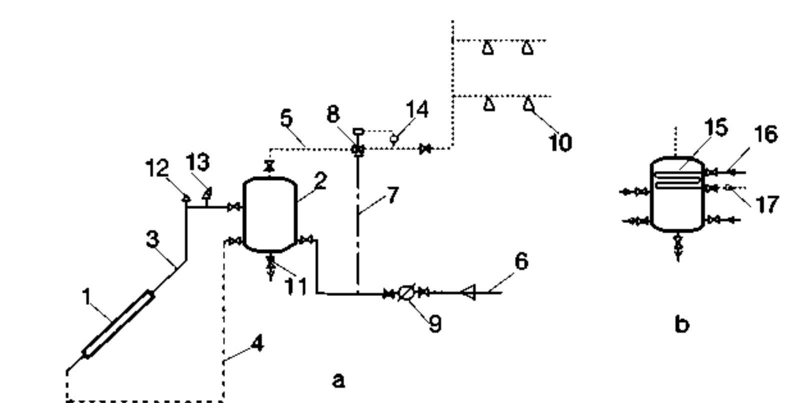


Fig. 2.9.30. Instalație solară pentru prepararea apei calde de consum cu captatoarele amplasate la nivelul solului:
a: 1 – captator solar; 2 – rezervorul de acumulare a apei calde de consum; 3 – conducta de ducere a apei calde spre rezervorul de acumulare; 4 – conducta de întoarcere spre captatoare a apei cu temperatură scăzută, din rezervorul de acumulare; 5 – conductă de ducere spre consumatori a apei calde încălzită cu energie solară; 6 – conductă de alimentare cu apă rece; 7 – conductă de scurt circuit; 8 – vană cu trei căi motorizată; 9 – debitmetru; 10 – punct de consum apă caldă; 11 – robinete de golire; 12 – ventil de aerisire; 13 – ventil de siguranță; 14 – senzor de temperatură.
b: 15 – serpentină; 16 – conducta de ducere a agentului termic de la un cazan de încălzire la serpentină; 17 – conducta de întoarcere a agentului termic la cazanul de încălzire; 20 – panou de automatizare.

În fig. 2.9.31, este prezentată o instalație solară de preparare a apei calde de consum, cu captatoarele amplasate la înălțime față de rezervorul de acumulare. În acest caz, circulația apei calde preparată solar, se realizează cu o pompă de ciculație 18, după care se monteză o clapetă de sens 19. Rezervorul de acumulare sub presiune, este prevăzut cu o serpentină 15, pentru încălzirea suplimentară. Comanda pompei este dată de un panou de automatizare care primește semnale de la senzorii de temperatură 13, situați la partea superioară și inferioară a captatoarelor solare și la partea inferioară a rezervorului de acumulare.

În fig. 2.9.32, se prezintă o instalație solară pentru cazul în care apa utilizată pentru prepararea apei calde de consum are duritatea mai mare de 10 ⁰D, și în acest caz, pentru evitarea colmatării captatoarelor solare, apa caldă preparată solar circulă prin serpentina 15'și este utilizată ca agent termic pentru încălzirea apei din rezervorul de acumulare 2. Între pompa de circulație și rezervorul de acumulare se prevede un vas de expansiune închis 21.

Captatoarele solare prezintă un interes deosebit deorece, în funcție de concepția lor depinde captarea cât mai eficientă a energiei solare. Se produc o multitudine de captatoare solare, acestea fiind împărțite în două categorii și anume pentru prepararea apei calde de consum și pentru prepararea aerului cald. Captatoarele pentru prepararea apei calde de consum, sunt de doă categorii, pentru captarea energiei solare directe și pentru captarea energiei solare totale, directă și difuză.

Un captator solar este alcătuit dintro cutie paralelipipedică, termoizolată, acoperită cu o foaie transparentă din sticlă sau dintr-un material plastic, în care se montează elementul de captare a energiei solare. Elementul de captare este constituit dintr-o placă captatoare de culoare neagră, pe care este fixată prin lipire, sudură sau integrată o serpentină sau un registru din țeavă.

În fig. 2.9.33, este prezentată o secțiune printr-un captator, cu placa de captare constituită din țevi cu aripioare extrudate din aluminiu 1. țevile cu aripioare pot alcătui un registru cu colector și distribuitor sau o serpentină. Pe partea superioară, țevile cu aripioare sunt acoperite cu vopsea neagră cu un grad ridicat de absorție a energiei solare.

Elementul de captare se montează într-o cutie, cu laturile 2 din aluminiu extrudat, cu o ramă 4, de fixare a elementului transparent 3, printr-o garnitură 9 și o placă de fund 5. Pentru reducerea pierderilor de căldură, pe lateral și pe fundul cutiei

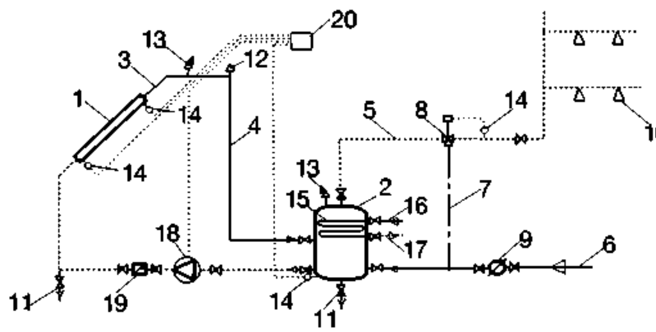


Fig. 2.9.31. Instalație solară pentru prepararea apei calde de consum cu captatoarele amplasate deasupra rezervorului de acumulare a apei calde: de la 1 la 17 și 20, au semnificația de la fig. 2.9.30; 18 – pompă de circulație: 19 – clapetă de sens.

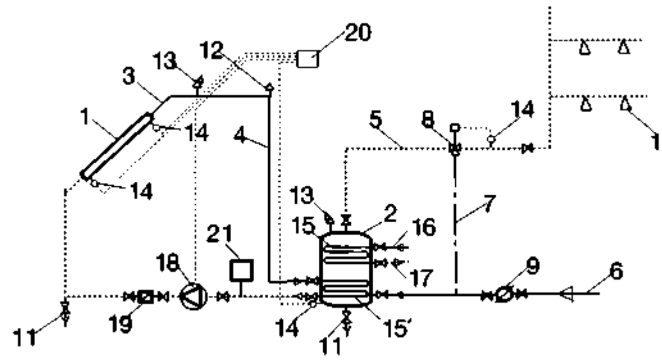


Fig. 2.9.32. Instalație solară pentru prepararea apei calde de consum cu captatoarele amplasate deasupra rezervorului cu două serpentine pentru acumularea apei calde:
de la 1 la 20 au semnificația de la fig. 2.9.30; 21 – vas de expansiune închis

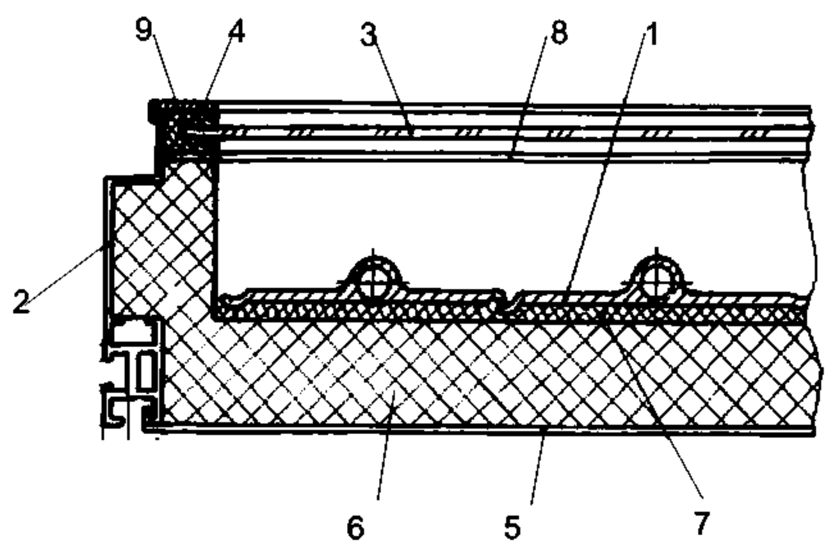


Fig. 2.9.33. Captator solar cu țevi din aluminiu cu aripioare, extrudate:
1 – țevi din aluminiu cu aripioare, extrudate; 2 – ramă din aluminiu, extrudată; 3 – geam securizat de 4 mm, 4 – ramă de fixare a garniturii de etanșare; 5 – placă de fund din tablă de aluminiu; 6 – Termoizolație din poliuretan; 7 – placă de egalizare a planeității; 8 – folie din plastic; 9 – garnitură de etanșare.

se fixează o termoizolație 6. Între placa de captare și termoizolație se așează o folie de egalizare a planietății 7.

În fig. 2.9.34, este prezentat un captator plan cu serpentină din țevi 1, fixată de o placă de captare 2, vopsită în neru, cu o folie transparentă 3 și cu o ramă de prindere 4.

Pentru captarea radiației directe cât și a radiației difuze, se produc captatoare cu țevi vidate. În fig. 2.9.35, este prezentat un grup de trei captatoare vidate iar în fig. 2.9.36, o secțiune și vedere printr-un captator vidat.

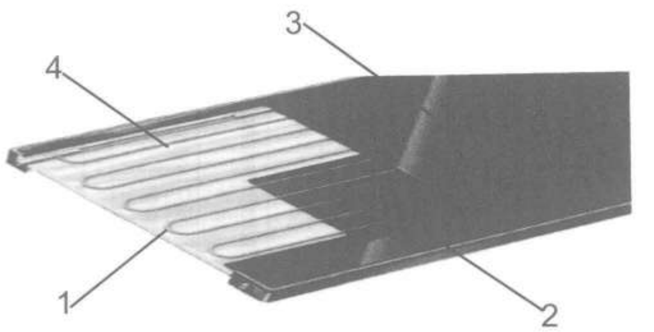


Fig. 2.9.34. Captator plan cu serpentină:
1 - serpentină din țeavă; 2 - placă de captare de culoare neagră, fixată de serpentină; 3 - folie transparentă; 4 - ramă de prindere.

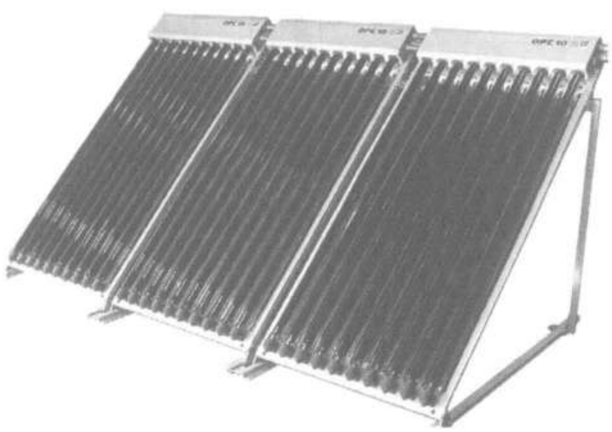


Fig. 2.9.35. Un grup de trei captatoare vidate.

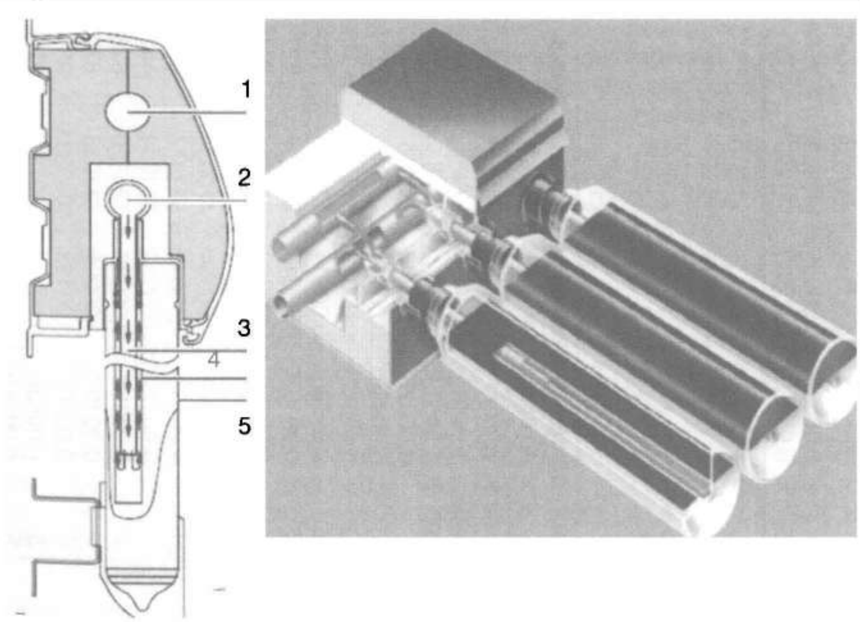


Fig. 2.9.36. Secțiune și detaliu printr-un captator vidat:
1 - conductă de tur și retur; 2 - conductă de distribuție; 3 - tub de schimb de căldură coaxial; 4 - tub captator; 5 - tub de protecție din sticlă.

Tabelul 2.9.5. Căldura acumulată pentru conductele din cupru, în apă, în conducte şi în total

Diametru	Grosime perete	Volum / metru liniar		Căldura acumulată / metru liniar		
		Apă	Material	Apă	Material	TOTAL
[mm]	[mm]	[m³]	[m³]	[J]	[J]	[J]
8	1	0,00003	0,00002	5813	3030	8843
10	1	0,00005	0,00003	10334	3895	14229
12	1	0,00008	0,00003	16147	4761	20908
15	1	0,00013	0,00004	27288	6059	33347
18	1	0,00020	0,00005	41335	7357	48693
22	1	0,00031	0,00007	64586	9089	73675
28	1	0,00053	0,00008	109151	11685	120836
35	1	0,00085	0,00011	175836	14715	190551
42	1	0,00126	0,00013	258345	17744	276089
54	1	0,00212	0,00017	436603	22938	459541
64	2	0,00283	0,00039	581277	53665	634942
76	2	0,00407	0,00046	837038	64052	901091
89	2	0,00567	0,00055	1166590	75305	1241895
108	2,5	0,00833	0,00083	1712990	114147	1827137

Tabelul 2.9.7. Căldura acumulată pentru conductele din PP-H, în apă, în conducte şi în total

Diametru	Grosime perete	Volum / metru liniar		Căldura acumulată / metru liniar		
		Apă	Material	Apă	Material	TOTAL
[mm]	[mm]	[m³]	[m³]	[J]	[J]	[J]
20	1	0,00025	0,00006	52315	4192	56507
25	1,5	0,00038	0,00011	78149	7778	85927
30	1,5	0,00057	0,00013	117709	9433	127141
32	1,5	0,00066	0,00014	135793	10095	145888
40	1,5	0,00107	0,00018	221047	12743	233789
50	2	0,00166	0,00030	341661	21183	362844
55	4,5	0,00166	0,00071	341661	50144	391805
60	3	0,00229	0,00054	470834	37732	508566
65	2,5	0,00283	0,00049	581277	34477	615754
70	3	0,00322	0,00063	661364	44351	705715
75	4	0,00352	0,00089	724820	62666	787485
80	4	0,00407	0,00095	837038	67079	904117
90	5	0,00502	0,00133	1033381	93778	1127159
100	5	0,00636	0,00149	1307872	104811	1412683
120	5	0,00950	0,00181	1953735	126876	2080612

Tabelul 2.9.6. Căldura acumulată pentru conductele din PE-100, în apă, în conducte şi în total

Diametru	Grosime perete	Volum / metru liniar		Căldura acumulată / metru liniar		
		Apă	Material	Apă	Material	TOTAL
[mm]	[mm]	[m³]	[m³]	[J]	[J]	[J]
32	1,9	0,00062	0,00018	128404	15827	144231
40	2,4	0,00097	0,00028	200063	24974	225036
50	3	0,00152	0,00044	312598	39021	351619
60	3,8	0,00216	0,00067	443346	59102	502448
75	4,5	0,00342	0,00100	703345	87798	791143
90	5,4	0,00492	0,00143	1012816	126429	1139246
110	6,6	0,00736	0,00214	1512973	188863	1701836

Tabelul 2.9.8. Căldura acumulată pentru conductele din PVC-C, în apă, în conducte şi în total

Diametru	Grosime perete	Volum / metru liniar		Căldura acumulată / metru liniar		
		Apă	Material	Apă	Material	TOTAL
[mm]	[mm]	[m³]	[m³]	[J]	[J]	[J]
16	1,4	0,00014	0,00006	28134	4264	32398
20	1,5	0,00023	0,00009	46664	5789	52453
25	1,9	0,00035	0,00014	72569	9156	81726
32	2,4	0,00058	0,00022	119459	14820	134279
40	3	0,00091	0,00035	186654	23157	209811
50	3,7	0,00142	0,00054	293022	35739	328761
63	4,7	0,00226	0,00086	463885	57164	521049
75	5,6	0,00320	0,00122	657237	81079	738315
90	6,7	0,00461	0,00175	947410	116434	1063844
110	8,2	0,00688	0,00262	1414595	174149	1588744

Tabelul 2.9.9. Căldura acumulată pentru conductele tip multistrat, în apă, în conducte şi în total

Diametru	Grosime perete	Volum / metru liniar		Căldura acumulată / metru liniar		
		Apă	Material	Apă	Material	TOTAL
[mm]	[mm]	[m³]	[m³]	[J]	[J]	[J]
14	2	0,00008	0,00008	16147	6586	22733
16	2	0,00011	0,00009	23251	7684	30935
18	2	0,00015	0,00010	31647	8782	40429
20	2	0,00020	0,00011	41335	9880	51215
26	3	0,00031	0,00022	64586	18936	83522
32	3	0,00053	0,00027	109151	23876	133027
40	3,5	0,00085	0,00040	175836	35059	210895
50	4	0,00138	0,00058	284826	50496	335322
63	4,5	0,00229	0,00083	470834	72245	543079

Anexa I.2.9.

Tabelul 2.9.10. Temperaturile apei calde în conductele din oțel neizolate, în funcție de timpul de staționare a apei în conducte

D_n [mm]	Temperatura apei calde [°C] — Timp de staționare [ore]																	
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
17,1	60	56,7	53,7	51,0	48,5	46,1	44,0	42,1	40,3	38,6	37,1	35,7	34,4	33,2	32,2	31,2	30,3	29,4
21,4	60	56,9	54,1	51,5	49,1	46,9	44,8	43,0	41,2	39,6	38,1	36,7	35,4	34,3	33,2	32,2	31,2	30,4
26,9	60	57,0	54,2	51,6	49,3	47,1	45,0	43,1	41,4	39,8	38,3	36,9	35,6	34,5	33,4	32,4	31,4	30,6
31,7	60	57,1	54,5	52,0	49,7	47,6	45,6	43,7	42,0	40,5	39,0	37,6	36,4	35,2	34,1	33,1	32,1	31,3
42,4	60	57,2	54,5	52,1	49,8	47,7	45,7	43,9	42,2	40,6	39,1	37,8	36,5	35,3	34,2	33,2	32,3	31,4
48,3	60	57,2	54,6	52,2	50,0	47,9	46,0	44,2	42,5	40,9	39,5	38,1	36,9	35,7	34,6	33,6	32,6	31,8
60,3	60	57,3	54,8	52,4	50,2	48,2	46,3	44,5	42,9	41,3	39,9	38,5	37,3	36,1	35,0	34,0	33,1	32,2
76,0	60	57,3	54,8	52,5	50,3	48,3	46,4	44,6	43,0	41,4	40,0	38,7	37,4	36,3	35,2	34,1	33,2	32,3
88,8	60	57,3	54,9	52,5	50,4	48,4	46,5	44,7	43,1	41,5	40,1	38,8	37,5	36,4	35,3	34,2	33,3	32,4
114,1	60	57,4	54,9	52,6	50,5	48,5	46,6	44,8	43,2	41,7	40,2	38,9	37,7	36,5	35,4	34,4	33,5	32,6
139,7	60	57,4	55,0	52,7	50,6	48,5	46,7	44,9	43,3	41,8	40,3	39,0	37,9	36,6	35,5	34,5	33,6	32,8
165,2	60	57,5	55,0	52,8	50,7	48,6	46,8	45,0	43,4	41,9	40,4	39,1	39,0	36,7	35,6	34,6	33,8	33,0

Tabelul 2.9.11. Temperaturile apei calde în conductele din PP-H neizolate, în funcție de timpul de staționare a apei în conducte

D_n [mm]	Temperatura apei calde [°C] — Timp de staționare [ore]																	
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
20	60	57,4	55,0	52,8	50,7	48,7	46,8	45,1	43,5	42,0	40,6	39,3	38,0	36,9	35,8	34,8	33,8	32,9
25	60	57,4	55,0	52,8	50,7	48,7	46,9	45,2	43,6	42,0	40,6	39,3	38,1	36,9	35,8	34,8	33,9	33,0
30	60	57,5	55,1	52,9	50,9	48,9	47,1	45,4	43,8	42,3	40,9	39,6	38,4	37,2	36,2	35,1	34,2	33,3
32	60	57,5	55,2	53,0	50,9	49,0	47,2	45,5	43,9	42,4	41,0	39,7	38,5	37,3	36,3	35,2	34,3	33,4
40	60	57,6	55,3	53,1	51,1	49,2	47,4	45,7	44,2	42,7	41,3	40,0	38,8	37,6	36,5	35,5	34,6	33,7
50	60	57,6	55,3	53,2	51,2	49,4	47,6	45,9	44,4	42,9	41,6	40,3	39,0	37,9	36,8	35,8	34,9	34,0
55	60	57,7	55,5	53,4	51,5	49,6	47,9	46,3	44,7	43,3	41,9	40,7	39,5	38,3	37,3	36,3	35,3	34,4
60	60	57,7	55,5	53,4	51,4	49,6	47,9	46,2	44,7	43,3	41,9	40,6	39,4	38,3	37,2	36,2	35,3	34,4
65	60	57,7	55,5	53,4	51,4	49,6	47,9	46,2	44,7	43,3	41,9	40,6	39,4	38,3	37,2	36,2	35,3	34,4
70	60	57,7	55,5	53,5	51,6	49,7	48,0	46,4	44,9	43,5	42,1	40,8	39,6	38,5	37,4	36,4	35,5	34,6
75	60	57,8	55,6	53,6	51,7	50,0	48,3	46,7	45,2	43,8	42,4	41,2	40,0	38,9	37,8	36,8	35,9	35,0
80	60	57,8	55,7	53,7	51,8	50,0	48,3	46,8	45,3	43,8	42,5	41,3	40,1	39,0	37,9	36,9	36,0	35,1
90	60	57,8	55,8	53,9	52,0	50,3	48,7	47,1	45,6	44,3	42,9	41,7	40,5	39,4	38,4	37,4	36,4	35,5
100	60	57,9	55,8	53,9	52,1	50,4	48,8	47,2	45,8	44,4	43,1	41,8	40,7	39,6	38,5	37,5	36,6	35,7
120	60	57,9	55,9	54,0	52,2	50,5	48,9	47,4	45,9	44,6	43,3	42,1	40,9	39,8	38,8	37,8	36,8	35,9

Tabelul 2.9.12. Temperaturile apei calde în conductele din cupru neizolate, în funcție de timpul de staționare a apei în conducte

D_n [mm]	Temperatura apei calde [°C] — Timp de staționare [ore]																	
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
8	60	56,8	53,8	51,1	48,6	46,3	44,1	42,2	40,4	38,8	37,2	35,9	34,6	33,4	32,3	31,3	30,4	29,6
10	60	57,0	54,2	51,6	49,2	47,0	44,9	43,0	41,3	39,7	38,2	36,8	35,5	34,3	33,3	32,3	31,3	30,5
12	60	57,1	54,4	51,9	49,5	47,4	45,4	43,5	41,8	40,2	38,8	37,4	36,1	34,9	33,9	32,8	31,9	31,0
15	60	57,2	54,6	52,2	49,9	47,8	45,8	44,0	42,3	40,8	39,3	38,0	36,7	35,5	34,4	33,4	32,5	31,6
18	60	57,3	54,7	52,3	50,1	48,1	46,1	44,3	42,7	41,1	39,7	38,3	37,1	35,9	34,8	33,8	32,8	32,0
22	60	57,3	54,8	52,5	50,3	48,3	46,4	44,6	43,0	41,4	40,0	38,6	37,4	36,2	35,1	34,1	33,2	32,3
28	60	57,4	54,9	52,6	50,5	48,5	46,6	44,9	43,2	41,7	40,3	38,9	37,7	36,5	35,5	34,4	33,5	32,6
35	60	57,4	55,0	52,7	50,6	48,6	46,8	45,0	43,4	41,9	40,5	39,2	37,9	36,8	35,7	34,7	33,7	32,8
42	60	57,4	55,0	52,8	50,7	48,7	46,9	45,2	43,5	42,0	40,6	39,3	38,1	36,9	35,8	34,8	33,9	33,0
54	60	57,5	55,1	52,9	50,8	48,8	47,0	45,3	43,7	42,2	40,8	39,5	38,2	37,1	36,0	35,0	34,0	33,1
64	60	57,4	55,0	52,7	50,6	48,6	46,7	45,0	43,3	41,8	40,4	39,1	37,8	36,7	35,6	34,6	33,6	32,7
76	60	57,4	55,0	52,8	50,6	48,7	46,8	45,1	43,5	42,0	40,6	39,2	38,0	36,8	35,7	34,7	33,8	32,9
89	60	57,4	55,0	52,8	50,7	48,7	46,9	45,2	43,6	42,1	40,7	39,3	38,1	36,9	35,9	34,9	33,9	33,0
108	60	57,4	55,0	52,8	50,7	48,7	46,9	45,2	43,6	42,1	40,6	39,3	38,1	36,9	35,8	34,8	33,9	33,0

Anexa I.2.9.

Tabelul 2.9.19, Grosimea minimă a termoizolației pentru conductele din oțel, cupru și conducte multistrat, pentru clasa de izolare 1.

Material	Diametrul exterior al conductei neizolate D_e [mm]	Coeficient de transmisie termică impus $K=3,3 \cdot D_e+0,22$ [W/m·grad]	Grosimea minimă a termoizolației [mm] Coeficient de conductivitate termică *l* [W/m·grad] 0, 03	0, 04	0, 05	0, 06
OTEL	17,1	0.29	7	10	14	18
	21,4	0.308	8	12	17	22
	26,9	0.331	10	14	20	26
	33,7	0.359	11	16	22	29
	42,4	0.379	12	18	24	31
	48,3	0.418	14	19	26	33
	60,3	0.469	15	21	28	36
	76	0.512	16	22	30	38
	88,8	0.553	17	24	31	39
	114,1	0.596	18	25	32	41
	139,7	0,639	19	26	33	43
	165,2	0,682	20	27	34	45
CUPRU	8	0.246	3	5	6	9
	10	0.253	4	6	8	11
	12	0.26	5	7	9	13
	15	0.27	5	8	11	15
	18	0.279	6	10	13	18
	22	0.293	8	11	15	20
	28	0.312	9	13	18	24
	35	0.336	10	15	21	27
	42	0.359	12	17	23	29
	54	0.398	13	19	25	32
	64	0.431	14	20	27	34
	76	0.471	15	21	29	36
	89	0.514	16	23	30	38
	108	0.576	17	24	32	40
MULTISTRAT	14	0.266	5	7	10	13
	16	0.273	5	8	11	15
	18	0.279	6	9	13	17
	20	0.286	7	10	14	18
	26	0.306	8	12	17	22
	32	0.326	10	14	19	25
	40	0.352	11	16	21	28
	50	0.385	12	18	24	31
	63	0.428	14	19	26	33

Anexa I.2.9.

Tabelul 2.9.20. Grosimea minimă a termoizolației pentru conductele din oțel, cupru și conducte multistrat, pentru clasa de izolare 2

Material	Diametrul exterior al conductei neizolate D_e [mm]	Coeficient de transmisie termică impus $K=2,6 \cdot D_e+0,20$ [W/m·grad]	Grosimea minimă a termoizolației [mm] Coeficient de conductivitate termică l [W/m·grad]			
			0,03	0,04	0,05	0,06
OȚEL	17,1	0,25525	8	13	18	24
	21,4	0,26955	10	15	22	29
	26,9	0,2871	12	18	25	34
	33,7	0,30985	14	21	29	38
	42,4	0,32545	15	22	31	41
	48,3	0,356	17	25	34	44
	60,3	0,3963	19	27	36	47
	76	0,4301	20	29	39	50
	88,8	0,4626	21	30	41	52
	114,1	0,4964	22	32	42	54
	139,7	0,5310	23	33	43	56
	165,2	0,5648	24	34	44	58
CUPRU	8	0,2208	4	6	8	11
	10	0,226	5	7	10	14
	12	0,2312	6	8	12	16
	15	0,239	7	10	14	19
	18	0,2468	8	12	17	23
	22	0,2572	9	14	19	26
	28	0,2728	11	17	23	31
	35	0,291	13	19	26	35
	42	0,3092	14	21	29	39
	54	0,3404	16	24	32	43
	64	0,3664	18	26	35	45
	76	0,3976	19	28	37	48
	89	0,4314	21	29	39	51
	108	0,4808	22	31	42	54
MULTISTRAT	14	0,2364	6	9	12	17
	16	0,2416	7	10	14	19
	18	0,2468	8	11	16	22
	20	0,252	8	12	18	24
	26	0,2676	10	15	21	29
	32	0,2832	12	18	24	33
	40	0,304	14	20	28	37
	50	0,33	15	23	31	41
	63	0,3638	17	25	33	44

Anexa I.2.9.

Tabelul 2.9.21. Grosimea minimă a termoizolației pentru conductele din oțel, cupru și conducte multistrat, pentru clasa de izolare 3

Material	Diametrul exterior al conductei neizolate D_e [mm]	Coeficient de transmisie termică impus $K=2,6 \cdot D_e+0,20$ [W/m·grad]	Grosimea minimă a termoizolației [mm] Coeficient de conductivitate termică l [W/m·grad]			
			0,03	0,04	0,05	0,06
OTEL	17,1	0,2225	11	16	23	32
	21,4	0,2335	13	20	28	39
	26,9	0,247	16	24	33	46
	33,7	0,2645	18	27	38	52
	42,4	0,2765	20	29	41	55
	48,3	0,3	22	33	45	61
	60,3	0,331	24	36	49	65
	76	0,357	26	38	52	68
	88,8	0,382	28	40	55	71
	114,1	0,408	29	42	57	74
	139,7		31	44	59	77
	165,2		33	46	61	80
CUPRU	8	0,196	5	7	10	15
	10	0,2	6	9	13	18
	12	0,204	7	11	15	22
	15	0,21	8	13	18	26
	18	0,216	10	15	22	30
	22	0,224	12	18	25	35
	28	0,236	14	21	31	42
	35	0,25	16	25	35	48
	42	0,264	18	27	39	53
	54	0,288	21	31	43	58
	64	0,308	23	34	47	62
	76	0,332	25	36	50	66
	89	0,358	27	39	53	69
	108	0,396	29	42	56	73
MULTISTRAT	14	0,208	7	11	16	23
	16	0,212	8	13	18	25
	18	0,216	10	15	21	29
	20	0,22	10	16	23	32
	26	0,232	13	20	28	39
	32	0,244	15	23	32	44
	40	0,26	17	26	37	50
	50	0,28	20	29	41	55
	63	0,306	22	33	45	60

Anexa I.2.9.

Tabelul 2.9.13. Pierderile de căldură ale conductelor din oțel neizolate, în funcție de diametru și diferența de temperatură

$\theta_m - \theta_a$	Pierderile de căldură [W/m] pentru diametrele [mm]											
[K]	17,1	21,4	26,9	33,7	42,4	46,3	60,3	76	88,8	114,1	139,7	165,2
15	8,4	10,5	13,2	16,5	20,8	23,7	29,6	37,2	43,5	55,9	68,4	80,9
16	8,9	11,2	14,1	17,6	22,2	25,2	31,5	39,7	46,4	59,6	73,0	86,3
17	9,5	11,9	14,9	18,7	23,5	26,8	33,5	42,2	49,3	63,3	77,5	91,7
18	10,1	12,6	15,8	19,8	24,9	28,4	35,5	44,7	52,2	67,1	82,1	97,1
19	10,6	13,3	16,7	20,9	26,3	30,0	37,4	47,2	55,1	70,8	86,7	102,5
20	11,2	14,0	17,6	22,0	27,7	31,6	39,4	49,7	58,0	74,5	91,2	107,9
21	11,7	14,7	18,5	23,1	29,1	33,1	41,4	52,1	60,9	78,2	95,8	113,3
22	12,3	15,4	19,3	24,2	30,5	34,7	43,3	54,6	63,8	82,0	100,3	118,7
23	12,9	16,1	20,2	25,3	31,9	36,3	45,3	57,1	66,7	85,7	104,9	124,1
24	13,4	16,8	21,1	26,4	33,2	37,9	47,3	59,6	69,6	89,4	109,5	129,5
25	14,0	17,5	22,0	27,5	34,6	39,5	49,3	62,1	72,5	93,2	114,0	134,9
26	15,3	19,1	24,0	30,1	37,8	43,1	53,8	67,8	79,1	101,7	124,5	147,2
27	15,8	19,8	24,9	31,2	39,3	44,7	55,8	70,4	82,2	105,6	129,3	152,8
28	16,4	20,6	25,8	32,4	40,7	46,4	57,9	73,0	85,2	109,5	134,1	158,5
29	17,0	21,3	26,8	33,5	42,2	48,1	60,0	75,6	88,3	113,4	138,9	164,2
30	17,6	22,0	27,7	34,7	43,6	49,7	62,0	78,2	91,3	117,3	143,6	169,8
31	18,2	22,8	28,6	35,8	45,1	51,4	64,1	80,8	94,4	121,2	148,4	175,5
32	18,8	23,5	29,5	37,0	46,5	53,0	66,2	83,4	97,4	125,2	153,2	181,2
33	19,4	24,2	30,5	38,1	48,0	54,7	68,2	86,0	100,5	129,1	158,0	186,8
34	20,0	25,0	31,4	39,3	49,4	56,3	70,3	88,6	103,5	133,0	162,8	192,5
35	20,5	25,7	32,3	40,5	50,9	58,0	72,4	91,2	106,5	136,9	167,6	198,1
36	22,1	27,7	34,8	43,6	54,8	62,5	78,0	98,2	114,8	147,5	180,5	177,4
37	22,7	28,5	35,7	44,8	56,4	64,2	80,1	101,0	118,0	151,6	185,5	182,4
38	23,3	29,2	36,7	46,0	57,9	65,9	82,3	103,7	121,1	155,6	190,5	187,3
39	23,9	30,0	37,7	47,2	59,4	67,7	84,5	106,4	124,3	159,7	195,5	192,2
40	24,6	30,8	38,6	48,4	60,9	69,4	86,6	109,2	127,5	163,8	200,6	197,2
41	25,2	31,5	39,6	49,6	62,4	71,1	88,8	111,9	130,7	167,9	205,6	202,1
42	25,8	32,3	40,6	50,8	64,0	72,9	91,0	114,6	133,9	172,0	210,6	207,0
43	26,4	33,1	41,5	52,0	65,5	74,6	93,1	117,3	137,1	176,1	215,6	211,9
44	27,0	33,8	42,5	53,2	67,0	76,3	95,3	120,1	140,3	180,2	220,6	216,9
45	27,6	34,6	43,5	54,5	68,5	78,1	97,5	122,8	143,5	184,3	225,6	221,8

Anexa I.2.9.

Tabelul 2.9.14. Pierderile de căldură ale conductelor din PVC neizolate, în funcție de diametru și diferența de temperatură.

θ_m - θ_a	Pierderile de căldură [W/m] pentru diametrele [mm]										
[K]	20	25	32	40	50	63	75	90	110	120	140	150
15	7,9	9,7	13,6	14,9	18,7	23,1	27,0	33,0	38,8	44,3	49,9	55,0
16	8,5	10,3	14,6	15,9	20,0	24,6	28,8	35,2	41,3	47,3	53,3	58,6
17	9,0	11,0	15,5	16,9	21,2	26,2	30,6	37,4	43,9	50,3	56,6	62,3
18	9,5	11,6	16,4	17,9	22,5	27,7	32,5	39,6	46,5	53,2	59,9	66,0
19	10,0	12,3	17,3	18,8	23,7	29,2	34,3	41,8	49,1	56,2	63,2	69,6
20	10,6	12,9	18,2	19,8	25,0	30,8	36,1	44,0	51,7	59,1	66,6	73,3
21	11,1	13,6	19,1	20,8	26,2	32,3	37,9	46,2	54,3	62,1	69,9	77,0
22	11,6	14,2	20,0	21,8	27,5	33,8	39,7	48,4	56,9	65,0	73,2	80,6
23	12,1	14,9	20,9	22,8	28,7	35,4	41,5	50,6	59,4	68,0	76,6	84,3
24	12,7	15,5	21,8	23,8	30,0	36,9	43,3	52,8	62,0	71,0	79,9	88,0
25	13,2	16,2	22,7	24,8	31,2	38,5	45,1	55,0	64,6	73,9	83,2	91,6
26	14,3	17,5	24,6	26,7	33,7	41,5	48,6	59,3	69,6	79,6	89,6	98,8
27	14,8	18,1	25,5	27,8	35,0	43,1	50,4	61,5	72,2	82,7	93,1	102,6
28	15,4	18,8	26,4	28,8	36,3	44,7	52,3	63,8	74,9	85,7	96,5	106,4
29	15,9	19,5	27,4	29,8	37,6	46,3	54,2	36,3	77,6	88,8	100,0	110,2
30	16,5	20,2	28,3	30,9	38,9	47,8	56,0	68,4	80,3	91,8	103,4	114,0
31	17,0	20,8	29,3	31,9	40,2	49,4	57,9	70,6	82,9	94,9	106,9	117,8
32	17,6	21,5	30,2	32,9	41,4	51,0	59,8	72,9	85,6	98,0	110,3	121,6
33	18,1	22,2	31,2	33,9	42,7	52,6	61,6	75,2	88,3	101,0	113,8	125,4
34	18,7	22,8	32,1	35,0	44,0	54,2	63,5	77,5	91,0	104,1	117,2	129,2
35	19,2	23,5	33,1	36,0	45,3	55,8	65,4	79,8	93,6	107,1	120,7	133,0
36	20,5	25,1	35,2	38,3	48,3	59,4	69,5	84,9	99,5	113,9	128,3	141,5
37	21,1	25,8	36,2	39,4	49,6	61,0	71,5	87,2	102,3	117,0	131,8	145,4
38	21,6	26,5	37,2	40,5	51,0	62,7	73,4	89,6	105,0	120,2	135,4	149,3
39	22,2	27,2	38,1	41,5	52,3	64,3	75,3	91,9	107,8	123,4	139,0	153,3
40	22,8	27,9	39,1	42,6	53,6	66,0	77,2	94,3	110,5	126,5	142,5	157,2
41	23,4	28,5	40,1	43,6	55,0	67,6	79,2	96,7	113,3	129,7	146,1	161,1
42	23,9	29,2	41,1	44,7	56,3	69,3	81,1	99,0	116,1	132,9	149,6	165,1
43	24,5	29,9	42,1	45,8	57,7	70,9	83,0	101,4	118,8	136,0	153,2	169,0
44	25,1	30,6	43,0	46,8	59,0	72,6	85,0	103,7	121,6	139,2	156,8	172,9
45	25,6	31,3	44,0	47,9	60,3	74,2	86,9	106,1	124,4	142,4	160,3	176,9

Anexa I.2.9.

Tabel 2.9.15. Pierderile de căldură ale conductelor din oțel izolate cu izolație cu λ = 0,04 W/m·K.

	Pierderi de căldură [W/m] pentru diametrele [mm]											
$\theta_m - \theta_a$	17,1	21,4	26,9	33,7	42,4	46,3	60,3	76	88,8	114,1	139,7	165,2
	și pentru grosimea termoizolației [mm]											
[K]	16	20	24	27	29	33	36	38	40	42	44	46
15	3,1	3,2	3,3	3,6	4,0	4,1	4,5	5,1	5,5	6,4	7,2	8,0
16	3,3	3,4	3,6	3,8	4,3	4,3	4,8	5,4	5,8	6,8	7,7	8,5
17	3,5	3,6	3,8	4,1	4,5	4,6	5,1	5,7	6,2	7,2	8,2	9,0
18	3,7	3,8	4,0	4,3	4,8	4,9	5,4	6,1	6,6	7,7	8,7	9,6
19	3,9	4,0	4,2	4,5	5,1	5,1	5,7	6,4	6,9	8,ă	9,1	10,1
20	4,1	4,3	4,5	4,8	5,4	5,4	6,0	6,8	7,3	8,5	9,6	10,6
21	4,4	4,5	4,7	5,0	5,6	5,7	6,2	7,1	7,7	8,9	10,1	11,2
22	4,6	4,7	4,9	5,2	5,9	5,9	5,6	7,4	8,0	9,4	10,6	11,7
23	4,8	4,9	5,1	5,5	6,2	6,2	6,8	7,8	8,4	9,8	11,1	12,2
24	5,0	5,1	5,4	5,7	6,4	6,5	7,2	8,1	8,8	10,2	11,5	12,8
25	5,2	5,3	5,6	6,0	6,7	6,8	7,4	8,4	9,1	10,6	12,0	13,3
26	5,4	5,5	5,8	6,2	7,0	7,0	7,7	8,8	9,5	11,1	12,5	13,8
27	5,6	5,7	6,0	6,4	7,2	7,3	8,0	9,1	9,9	11,5	13,0	14,3
28	5,8	6,0	6,2	6,7	7,5	7,6	8,3	9,5	10,2	11,9	13,5	14,9
29	6,0	6,2	6,5	6,9	7,8	7,8	8,6	9,8	10,6	12,3	13,9	15,4
30	6,2	6,4	6,7	7,2	8,0	8,1	8,9	10,1	11,0	12,8	14,4	15,9
31	6,4	6,6	6,9	7,4	8,3	8,4	9,2	10,5	11,3	13,2	14,9	16,5
32	6,6	6,8	7,1	7,6	8,6	8,7	9,5	10,8	11,7	13,6	15,4	17,0
33	6,8	7,0	7,4	7,9	8,8	8,9	9,8	11,1	12,0	14,0	15,9	17,5
34	7,0	7,2	7,6	8,1	9,1	9,2	10,1	11,5	12,4	14,5	16,3	18,1
35	7,3	7,5	7,8	8,4	9,4	9,5	10,4	11,8	12,8	14,9	16,8	18,6
36	7,5	7,6	8,0	8,6	9,6	9,7	10,7	12,2	13,2	15,4	17,4	19,2
37	7,7	7,9	8,2	8,8	9,9	10,0	11,0	12,5	13,5	15,7	17,8	19,7
38	7,9	8,1	8,5	9,1	10,2	10,3	11,3	12,8	13,9	16,2	18,3	20,2
39	8,1	8,3	8,7	9,3	10,4	10,5	11,6	13,2	14,2	16,6	18,8	20,7
40	8,3	8,5	8,9	9,5	10,7	10,8	11,9	13,5	14,6	17,0	19,2	21,3
41	8,5	8,7	9,1	9,8	11,0	11,1	12,2	13,8	15,0	17,4	19,7	21,8
42	8,7	8,9	9,4	10,0	11,2	11,4	12,5	14,2	15,3	17,9	20,2	22,3
43	9,0	9,2	9,6	10,3	11,5	11,6	12,8	14,5	15,7	18,3	20,7	22,9
44	9,2	9,4	9,8	10,5	11,8	11,9	13,1	14,9	16,1	18,8	21,2	23,5
45	9,3	9,6	10,0	10,7	12,0	12,2	13,4	15,2	16,4	19,1	21,6	23,9

Anexa I.2.9.

Tabel 2.9.16. Pierderile de căldură ale conductelor din PVC izolate cu izolație cu λ = 0,04 W/m·K.

	Pierderile de căldură [W/m] pentru diametrele [mm]											
$\theta_m - \theta_a$	20	26	32	40	50	63	75	90	110	125	140	150
	și pentru grosimea termoizolației [mm]											
[K]	13	15	18	21	22	25	27	29	30	32	33	34
15	3,5	3,8	4,0	4,3	4,8	5,2	5,6	6,1	6,8	7,2	7,7	8,0
16	3,7	4,0	4,3	4,5	5,1	5,5	6,0	6,5	7,3	7,6	8,3	8,5
17	4,0	4,3	4,5	4,8	5,4	5,9	6,4	6,9	7,7	8,1	8,7	9,0
18	4,2	4,5	4,8	5,1	5,8	6,2	6,7	7,3	8,2	8,6	9,2	9,6
19	4,4	4,8	5,1	5,4	6,1	6,6	7,1	7,7	8,6	9,1	9,7	10,1
20	4,7	5,0	5,3	5,7	6,4	6,9	7,5	8,ă	9,1	9,6	10,3	10,6
21	4,9	5,3	5,6	6,0	6,7	7,3	7,9	8,5	9,5	10,0	10,8	11,2
22	5,1	5,5	5,9	6,2	7,0	7,6	8,2	8,9	10,0	10,5	11,3	11,7
23	5,4	5,8	6,1	6,5	7,4	8,0	8,6	9,3	10,4	11,0	11,8	12,2
24	5,7	6,1	6,5	6,9	7,7	8,4	9,0	9,7	10,9	11,5	12,3	12,7
25	5,8	6,3	6,7	7,1	8,0	8,7	9,4	10,1	11,4	11,9	12,8	13,3
26	6,1	6,5	6,9	7,4	8,3	9,0	9,7	10,5	11,8	12,4	13,3	13,8
27	6,3	6,8	7,2	7,7	8,6	9,4	10,1	10,9	12,3	12,9	13,8	14,3
28	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	9,7	10,5	11,3	12,7	13,4	14,4	14,9
29	6,8	7,3	7,8	8,2	9,3	10,1	10,8	11,7	13,2	13,8	14,9	15,4
30	7,0	7,5	8,0	8,5	9,6	10,4	11,2	12,1	13,6	14,3	15,4	15,9
31	7,2	7,8	8,3	8,8	9,9	10,8	11,6	12,5	14,1	14,8	15,9	16,5
32	7,5	8,0	8,6	9,1	10,2	11,1	12,0	12,9	14,5	15,3	16,4	17,0
33	7,7	8,3	8,8	9,4	10,6	11,4	12,3	13,3	15,0	15,8	16,9	17,5
34	7,9	8,5	9,1	9,7	10,9	11,8	12,7	13,7	15,4	16,2	17,4	18,1
35	8,2	8,8	9,4	9,9	11,2	12,1	13,1	14,2	15,9	16,7	17,9	18,6
36	8,4	9,0	9,6	10,2	11,5	12,5	13,5	14,6	16,4	17,3	18,5	19,2
37	8,6	9,3	9,9	10,5	11,8	12,8	13,8	15,0	16,8	17,7	19,0	19,7
38	8,9	9,5	10,2	10,8	12,1	13,2	14,2	15,4	17,3	18,1	19,5	20,2
39	9,1	9,8	10,4	11,1	12,5	13,5	14,6	15,8	17,7	18,6	20,0	20,7
40	9,3	10,0	10,7	11,4	12,8	13,9	15,0	16,2	18,2	19,1	20,5	21,2
41	9,6	10,3	11,0	11,6	13,1	14,2	15,3	16,6	18,6	19,6	21,0	21,8
42	9,8	10,5	11,2	11,9	13,4	14,6	15,7	17,0	19,1	20,1	21,5	22,3
43	10,0	10,8	11,5	12,2	13,7	14,9	16,1	17,4	19,5	20,5	22,0	22,8
44	10,3	11,1	11,8	12,6	14,1	15,3	16,5	17,9	20,1	21,1	22,6	23,5
45	10,5	11,3	12,0	12,8	14,4	15,6	16,8	18,2	20,4	21,5	23,1	23,9

2.10. Instalații locale pentru prepararea apei calde de consum

În cazul clădirilor care nu dispun de instalații de încălzire centrală, cum sunt unele clădiri din centrele urbane (clădiri de locuit individuale, ateliere mici, restaurante etc.) localitățile rurale, sau din zona montană (vile, moteluri etc.), se prevăd instalații locale pentru prepararea apei calde de consum.

Aparatele locale pentru prepararea apei calde de consum, se clasifică după următoarele criterii:

- forma de energie folosită: energie electrică, gaze naturale, energie solară; combinate (energie solară și energie electrică etc.);
- modul de preparare a apei calde de consum: încălzitoare instantanee, cu acumulare (boilere) sau semiacumulare.

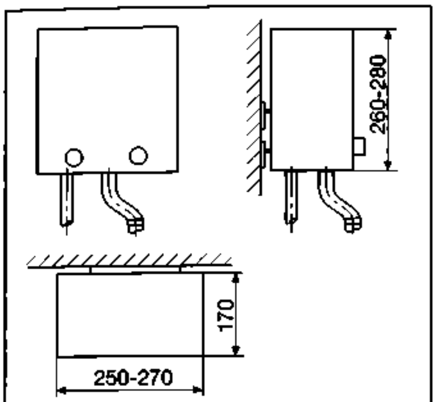


Fig. 2.10.1. Încălzitor electric instantaneu pentru apă caldă de consum.

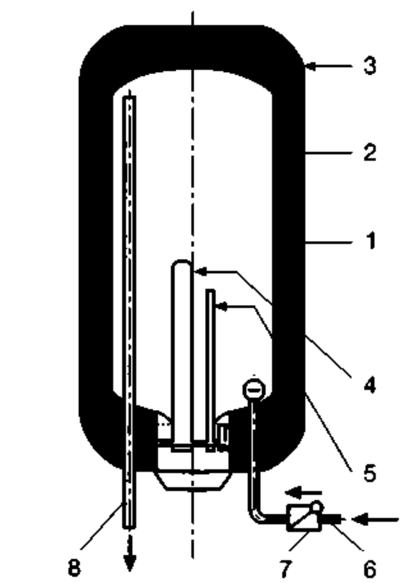


Fig. 2.10.2. Boiler electric:
1 - mantaua boilerului cu tablă din oțel acoperită la interior cu un strat din email sau din material plastic special (rezistent la temperatura apei calde); 2 - izolație termică; 3 - manta metalică de protecție, acoperită la exterior cu un strat din email alb; 4 - rezistență electrică; 5 - termostat; 6 - racord la conducta de alimentare cu apă rece sub presiune; 7 - ventil de reținere; 8 - racord la conducta de distribuție a apei calde de consum.

2.10.1. Aparate electrice pentru prepararea locală a apei calde de consum

2.10.1.1 Încălzitoare electrice instantanee

Se racordează direct la punctul de consum al apei calde (de exemplu, la bateria spălătorului de vase pentru bucătărie). În mod uzual, ele asigură debite de apă caldă cuprinse între 5 și 10 l/min.

Încălzitorul electric instantaneu prezentat în figura 2.10.1, are următoarele caracteristici tehnice: debitul - 5 l/min; puterea electrică - 2 kW (la tensiunea electrică de 220 V și frecvența 50 Hz); timpul de încălzire pentru 1 l apă la temperatura de 60 °C - 2 min; masa totală a aparatelor - 8 kg; dimensiunile aparatului sunt redate în fig. 2.10.1.

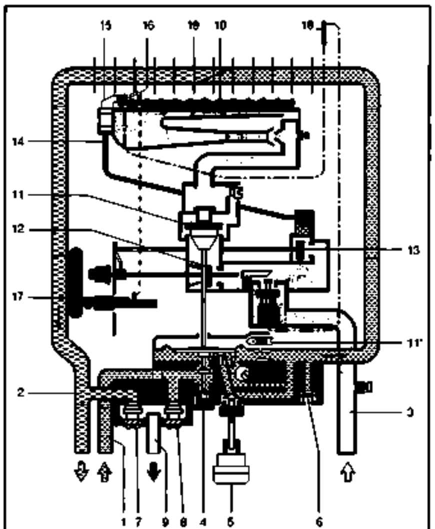


Fig. 2.10.3. Încălzitor instantaneu de apă, funcționând cu gaze naturale cu flacără modulantă, tip BOSCH-JUNKERS:
1 - conductă de apă rece; 2 - conductă de apă caldă; 3 - conductă de gaze; 4 - regulator al debitului de apă; 5 - selector pentru debitul de apă; 6 - șurub de golire; 7 - dop de închidere pe conducta de apă caldă; 8 - dop de închidere pe conducta de apă rece; 9 - conductă de golire; 10 - arzător de gaze; 11 - ventil de gaze; 11' - ventil de gaze pentru aprindere lentă; 12 - ventil principal de gaze; 13 - ventil de gaze pentru flacăra de veghe; 14 - tub de gaz pentru flacăra de veghe; 15 - arzător pentru flacăra de veghe; 16 - electrod de aprindere; 17 - aprinzător piezoelectric; 18 - supraveghetor termic al gazelor de ardere; 19 - schimbător de căldură din țeavă cu aripioare.

2.10.1.2 Boilere electrice

Se compun dintr-un rezervor metalic cilindric închis (fig. 2.10.2) izolat termic la exterior având montate în interior rezistențe electrice, prin care, trecând curentul electric, se degajă o cantitate de căldură preluată direct de apa de consum, care se încălzește până la temperatura de utilizare.

Temperatura este menținută constantă de un termostat care închide sau deschide circuitul electric de alimentare a rezistențelor electrice, când temperatura apei calde tinde să scadă sau să crească. Apa rece pătrunde în rezervor pe la partea inferioară și este preluată de la partea superioară a rezervorului (deoarece prin încălzire își micșorează greutatea specifică și se ridică la partea superioară a acestuia). Pe conducta de alimentare cu apă rece se montează un ventil de reținere.

Boilerele electrice se execută cu capacități de 40 și 100 l.

2.10.2. Aparate pentru prepararea locală a apei calde de consum, folosind gaze naturale

2.10.2.1 Încălzitoare instantanee de apă

Încălzitoarele instantanee de apă funcționând cu gaze (fig. 2.10.3) cu flacără modulantă tip BOSCH-JUNKERS au o construcție specială. Ele se montează în apropierea locului de utilizare a apei calde și a coșului de fum, dar, cu accesoriile corespunzătoare, pot asigura apă caldă și la distanță.

Aparatele sunt livrate complete, în cursul montării trebuind efectuate numai racordurile la conductele de alimentare cu apă rece, respectiv de distribuție a apei calde de consum și la coșul de fum.

Încălzitoarele instantanee de apă funcționând cu gaze naturale, pot fi racordate la orice rețea de apă potabilă (presiunea maximă a apei 6 bar, presiunea minimă 1,0...1,2 bar).

Încălzitoarele instantanee de apă funcționând cu gaze naturale au puteri termice cuprinse între 8 și 20 kW, asigurând debite de apă caldă între 2,2 și 12,01 l/min. Consumul de gaze naturale este cuprins între 2,21 și 2,81 m_N^3/h, la presiunea de 20 mbar, iar consumul de gaz petrolier lichefiat între 1,80 și 2,20 m_N^3/h la presiunea de 30 mbar. Aparatele sunt echipate cu arzătoare de gaze de tip atmosferic.

De asemenea, sunt echipate cu unități de reglare continuă a debitului de gaz, în funcție de debitul apei de trecere. În acest fel, pot fi utilizate și la alimentarea unor consumatori mici (de exemplu, spălător de mâini, bideu), întrucât chiar la debitul de apă caldă de 2,5 l/min se asigură temperatura constantă a apei calde.

Cu ajutorul butonului de reglare a temperaturii, pot fi asigurate diferite temperaturi ale apei calde, în funcție de debitul de apă.

În cazul utilizării unor baterii de amestec sau robinete cu termostat, poate fi folosită reglarea automată a puterii, fără nici un fel de limitare.

La alegerea locului de instalare, trebuie avut în vedere să nu existe degajări de substanțe chimice (fluor, clor, sulf etc.) care pot cauza coroziunea coșului în cursul exploatării aparatului.

2.10.2.1 Boilere generatoare de apă caldă

Sunt aparate metalice, cilindrice, verticale, căptușite la exterior cu izolație termică (fig. 2.10.4) și prevăzute la partea inferioară cu un focar în care se montează arzătorul de gaze și arzătorul de aprindere. Gazele de ardere trec printr-un tub central prevăzut cu element de turbionare și sunt evacuate pe la partea superioară printr-un deflector într-o conductă (care poate fi un tub flexibil) racordată la coșul de fum.

Boilerele funcționează în regim de acumulare a apei calde și pot fi folosite pentru alimentare cu apă caldă a punctelor de consum dintr-un apartament sau din clădiri individuale cu 3-4 apartamente, a bateriilor de dușuri din ateliere mici de producție, a restaurantelor etc.

Regulatorul de temperatură încorporat și dispozitivele de siguranță garantează utilizatorului o exploatare facilă și o fiabilitate ridicată aparatului. Cerințele de întreținere sunt minime. Aparatul poate fi montat cu sau fără regulator de presiune.

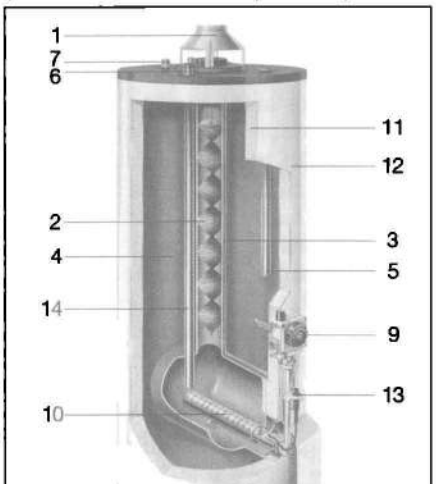


Fig. 2.10.4. Boiler generator de apă caldă, funcționând cu gaze naturale: 1 - deflector; 2 - element de turbionare a gazelor de ardere; 3 - țeavă de fum; 4 - rezervor interior; 5 - anod de protecție; 6 - racord de apă rece ; 7 - racord de apă caldă ; 8 - ștuț de golire ; 9 - unitate de reglare pentru gaze; 10 - arzător și dispozitiv de aprindere; 11 - izolație termică; 12 - îmbrăcăminte exterioară; 13 - aprinzător piezo-electric; 14 - țeavă de imersiune a apei reci.

Necesarul de spațiu pentru montare fiind relativ mic, aparatul poate fi amplasat, cât mai aproape de punctele de utilizare a apei calde de consum, cu respectarea prevederilor din „prescripțiile tehnice privind proiectarea, executarea și exploatarea sistemelor de alimentare cu gaze naturale". În cazul utilizării gazelor petroliere lichefiate se interzice amplasarea încălzitoarelor și boilerelor sub cota terenului (ex. subsol).

2.10.3. Cazane pentru prepararea locală a apei calde de consum

Cazanele cu puteri termice sub 30 kW, funcționând cu gaze naturale și destinate încălzirii unui apartament și preparării apei calde de consum (cazane murale), produse de numeroase firme străine (din Franța, Italia, Germania etc.) sunt complet automatizate și au randamente termice ridicate.

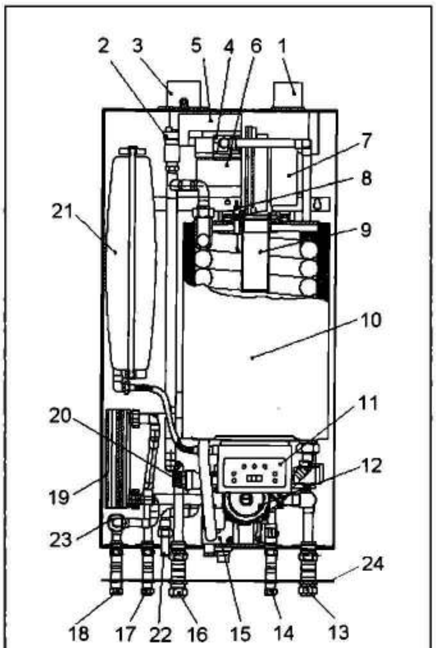


Fig. 2.10.5. Cazanul mural în condensație, fără coș de fum, KESTON tip C36 Combi pentru încălzire și prepararea apei calde de consum, pentru funcționare cu gaze naturale: 1 – racord pentru admisia aerului; 2 – dispozitiv automat de aerisire; 3 – Racord de ieșire a gazelor de ardere, 4 – valvă de gaze naturale; 5 – bloc de comandă; 6 – amestecător de aer-gaze; 7 – Suflantă; 8 – bujie; 9 – arzător; 10 – schimbător de căldură; 11 – bord display/comanddă; 12 – blocul hidraulic; 13 – racord de retur; 14 – racord de gaze; 15 – vas de condens; 16 – racord de tur; 17 – racord de apă caldă de consum; 18 – racord de apă rece; 19 – schimbător de căldură; 20 – supapă de siguranță; 21 – vas de expansiune; 22 – țeavă de descărcare supapă; 23 – senzor de curgere; 24 – suport conducte.

În fig. 2.10.5, se prezintă schema de principiu de funcționare a cazanului mural mixt (KESTON tip C36 Combi), având caracteristicile prezentate în tabelul 2.10.1.

Cazanul asigură o producție de apă caldă instantanee, fără întârzieri legate de reatingerea temperaturii, datorită utilizării electrovanei modulante de gaz, HONEYWELL. Este prevăzut cu un schimbător de căldură cu plăci care asigură furnizarea apei calde de consum. De asemenea, este echipat cu un presostat pentru gaze de ardere care întrerupe automat funcționarea cazanului în cazul funcționării defectuoase a coșului de fum.

2.11. Tehnologii de executare și montare a instalațiilor de alimentare cu apă

2.11.1. Organizarea lucrărilor de executare și montare a instalațiilor de alimentare cu apă

Pentru obiectivele de investiții publice, proiectantul elaborează graficul de eșalonare a executării lucrărilor de instalații. Organizarea executării acestor lucrări, revine unităților specializate de executare și montare a instalațiilor de alimentare cu apă, care sunt atestate în acest scop.

Pentru obiectivele de investiții private, de cele mai multe ori, proiectarea și executarea lucrărilor de instalații este asigurată de aceeași unitate specializată.

La executarea instalațiilor de alimentare cu apă se recomandă prevederile Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor sanitare, I 9.

Executarea lucrărilor de instalații de alimentare cu apă se face coordonat cu celelalte instalații, coordonarea fiind necesară pe întreg parcursul executării și montării instalațiilor, începând de la trasare.

2.11.2. Trasarea instalațiilor interioare de alimentare cu apă rece și caldă de consum

Prin operația de trasare se înțelege stabilirea cotelor de montare a conductelor de distribuție și a punctelor consumatoare de apă din clădire. Trasarea instalației interioare de alimentare cu apă se face pe baza datelor din proiect și a planului de coordonare a tuturor rețelelor de conducte (apă rece, apă caldă de consum, canalizare etc.) ce se montează în aceeași clădire.

Operația de trasare a instalațiilor începe în faza în care pereții sunt încă netencuiți, iar pardoseala încăperilor neturnată. De aceea, este necesar să existe un element comun de referință. Aceste element se

Tabelul 2.10.1. Caracteristici principale ale cazanului mural în condensație fără coș de fum KESTON tip C36 Combi și C36P Combi pentru încălzire și prepararea apei calde de consum

Tipul cazanului	UM	C36 Combi	C36P Combi
Pentru încălzire			
Puterea termică	[kW]	8,2 - 28	8,2 - 28
Consum maxim de gaze	[Nm³/h]	2,49	3,38
Eficiența termică	[%]	110	
Temperatura maximă tur	[°C]	82	
Presiunea minimă sistem	[bar]	0,4	
Presiunea maximă sistem	[bar]	2,7	
Pentru apa caldă de consum			
Puterea termică	[kW]	8,2 - 36	8,2 - 36
Consum maxim de gaze	[Nm³/h]	3,51	4,77
Debit constant la Δt =30 °C	[l/min]	17	
Debit constant la Δt =35 °C	[l/min]	14,6	
Temperatura maximă	[°C]	65	
Presiunea minimă sistem	[bar]	0,95	
Presiunea maximă sistem	[bar]	8	
Dimensiuni de gabarit			
Înălțime	[mm]	840	
Lățime	[mm]	450	
Adâncime	[mm]	300	
Racorduri încălzire tur/retur	[inch]	3/4	
Racord apă rece și caldă	[inch]	1/2	
Racord gaze	[inch]	1/2	
Greutate fără apă	[kg]	45	
Volum vas de expansiune	[l]	8	
Conținut de noxe în gazele de ardere	[ppm]	CO<80	
	[ppm]	NOx<20	

numește „linia la un metru" sau „linia de vandris" situată la înălțimea de un metru de la cota pardoselii finite. Înălțimea ei se stabilește într-un punct în care se cunoaște cu precizie cota pardoselii finite și se transmite în fiecare încăpere cu un furtun de nivel cu țevi din sticlă la capete. Față de această linie se stabilesc cotele de montare a punctelor consumatoare de apă și a conductelor din instalație.

Trasarea în plan orizontal a instalației interioare cuprinde:
- stabilirea amplasării conductelor principale de distribuție și a cotelor de amplasare a reazemelor pentru conducte;
- pozițiile și cotele de amplasare a coloanelor și a golurilor necesare pentru trecerea acestora, prin planșee, iar în cazul coloanelor montate îngropat, pozițiile șliturilor ce trebuie executate în zidărie;
- pozițiile punctelor de consum a apei (ale obiectelor sanitare).

Trasarea în plan vertical a instalației interioare (fig. 2.11.1) cuprinde:
- traseul conductelor pe pereții clădirii și punctele de fixare;
- înălțimea de montare a obiectelor sanitare, locul de amplasare a diblurilor necesare pentru montarea consolelor și cotele de montare a conductelor de legătură pentru apa rece și caldă, de la obiectele sanitare la coloane;
- golurile necesare pentru traversarea pereților interiori și exteriori ai clădirii.

Trasarea conductelor de alimentare cu apă din interiorul clădirii trebuie să fie paralelă cu pereții sau cu linia stâlpilor și să urmeze drumul cel mai scurt până la punctele de consum care trebuie alimentate cu apă. Nu se admite montarea conductelor cu trasee oblice față de pereți și plafon sau urcând prin mijlocul pereților. Numai conductele ce coboară la obiectele sanitare sau la aparate pot fi montate departe de colțul încăperii, la pozițiile respective prevăzute în proiect.

2.11.3. Executarea străpungerilor și șliturilor în elementele de construcție în vederea montării instalațiilor interioare

Montarea instalațiilor în clădire necesită trecerea conductelor prin ziduri sau planșee sau amplasarea lor în goluri executate în elementele construcției. Majoritatea golurilor necesare montării conductelor sunt realizate de constructori odată cu turnarea planșeelor sau executarea pereților. Rămân totuși de executat unele străpungeri, șlituri (șanțuri verticale prin ziduri), goluri etc. care sunt absolut necesare pentru trecerea conductelor și care se execută astfel încât să nu afecteze în nici un fel rezistența, stabilitatea și siguranța construcției. De aceea, pozițiile acestor goluri sau străpungeri se stabilesc împreună și de comun acord cu constructorul.

Executarea străpungerilor și a șliturilor se face manual sau mecanic. În cazul execuției manuale se utilizează dălți late, spițuri din oțel special și un ciocan. În cazul execuției mecanizate se folosesc dispozitive acționate pneumatic pentru dăltuire și străpungere sau burghie și freze pentru forare în ziduri.

2.11.4. Tehnologia de executare și montare a rețelelor interioare de conducte și a armăturilor anexe

2.11.4.1 Executarea și montarea conductelor principale de distribuție a apei

• *Executarea și montarea țevilor din materiale plastice din PVC sau cu fitinguri din PVC prevăzute cu filet (interior sau exterior) și racorduri olandeze metalice.*

• Țevi din materiale plastice

Îmbinarea țevilor și fitingurilor din materiale plastice (rezistente la presiuni interioare de până la 16 bar) se realizează în funcție de tipul materialului astfel:
- țevile și fitingurile din polietilenă (PE) sau polipropilenă (PP) se îmbină prin:
- sudură (fuziune) în 3 variante de execuție (electrofuziune, cap la cap și polifuziune) efectuate cu echipamente specifice fiecărei variante, rezultând îmbinări fixe sau demontabile (în funcție de tipul fitingurilor utilizate);
- cu fitinguri cu etanșare prin compresiune pe pereții țevilor (interior și/sau exterior), rezultând îmbinări demontabile.
- țevile și fitingurile din PVC se îmbină (țeavă în mufă) prin lipire cu adezivi (pe bază de tetrahidrofuran), rezultând îmbinări fixe sau demontabile (în funcție de tipul fitingurilor utilizate).

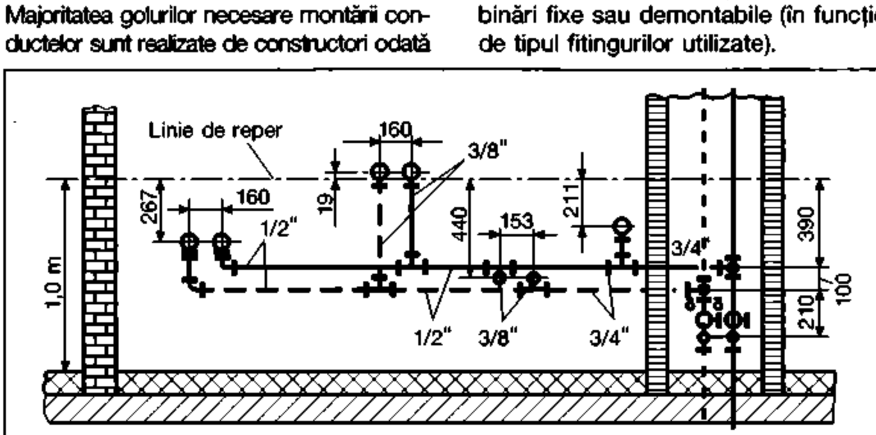


Fig. 2.11.1. Trasarea distribuției de alimentare cu apă rece și caldă de consum, la un etaj, cu raportarea cotelor la linia de reper.

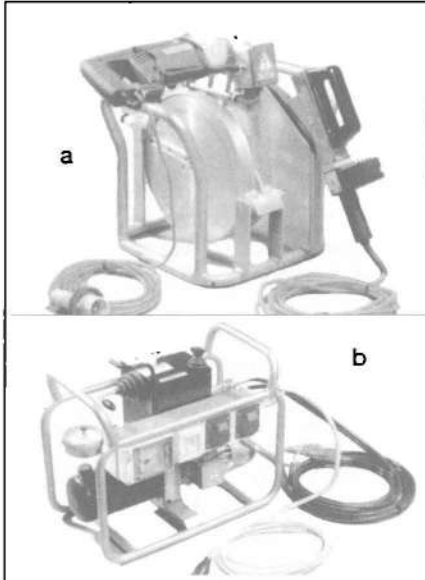


Fig. 2.11.2. Echipament electrohidraulic pentru sudura cap la cap a țevilor și fitingurilor din materiale plastice (PE, PP, PB):
a - suportul cu elementul încălzitor și freza electrică; b - centrala electrohidraulică dotată cu sistem de ridicare, reglare și menținere a presiunii la nivelul necesar și cu pompa hidraulică oprită.

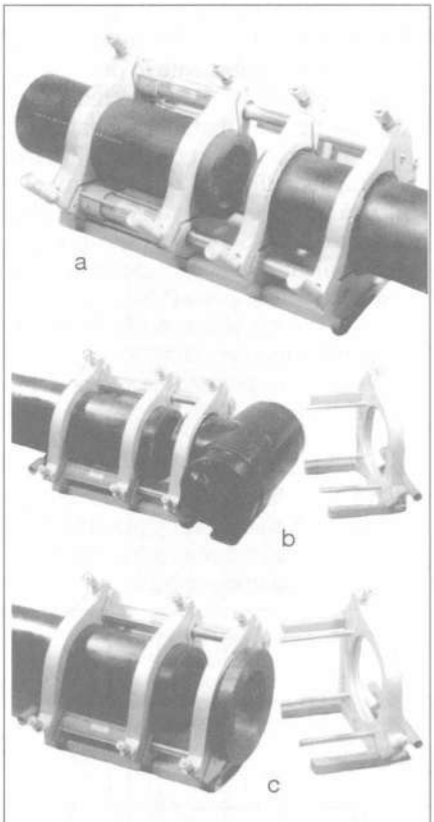


Fig. 2.11.3. Exemplu de realizare a sudurii cap la cap a țevilor și fitingurilor din materiale plastice:
a - poziționarea țevilor pentru sudarea cap la cap; b - sudarea țevii cu un fiting (teu); c - sudarea țevi cu adaptor pentru flanșă.

Pentru efectuarea îmbinării sudate cu echipamentele de sudură se respectă cerințele specifice din manualele de sudură prezentate de fiecare producător (de exemplu Georg Fischer, RITMO – Plastic Welding Technology).

Echipamente de sudură cap la cap și modul de realizare a sudurii sunt prezentate în fig. 2.11.2. și fig. 2.11.3.

Îmbinarea prin lipire a conductelor din PVC se poate realiza direct țeavă cu țeavă, sau cel mai des, cu fitinguri (coturi, teuri, reducții etc.).

Pentru îmbinarea prin lipire, cele două suprafețe ale conductelor ce urmează a fi puse în contact se calibrează, se înăspresc prin frecare cu hârtie abrazivă, se șterg bine cu o cârpă uscată, se degresează cu un solvent (dicloretan sau tetradicloretan) și apoi se ung cu adeziv. După lipire, țeava trebuie să stea nemișcată timp de 24 h, în atmosferă uscată, fără praf și la temperatura ambiantă, cuprinsă între +10 și +40 °C. Atât în timpul lipirii cât și ulterior, la montaj, conductele din PVC trebuie ferite de zgârieturi, loviri sau acțiuni mecanice.

Îmbinările demontabile între țevile din materiale plastice sau între acestea și țevile sau armăturile metalice se realizează cu racorduri olandeze.

Pentru preluarea dilatărilor conductelor, se montează compensatoare de dilatare, între două puncte fixe. Curbele se execută cu dispozitive hidraulice pentru îndoit țevi.

Tronsoanele de conducte prelucrate sunt aduse la locul de montare pentru a fi îmbinate și fixate la pozițiile trasate. În cazul distribuției inferioare, conducta principală de distribuție se montează în subsol, prinsă de planșeu sau de pereții clădirii. Mai întâi se execută o montare provizorie, conductele fiind suspendate cu sârmă, fie pe planșeu, fie pe spițuri bătute în pereți; după îmbinare, conductele sunt fixate cu ajutorul brățărilor sau consolelor de susținere (fig. 2.11.4).

De regulă, conductele de distribuție a apei reci se amplasează și se montează în clădiri, ținând seama de coordonarea cu celelalte rețele cum sunt: de distribuție a apei calde de consum, de canalizare, de ducere și de întoarcere a apei calde pentru încălzire etc. Montarea acestor conducte se poate face în plasă orizontală (fig. 2.11.5 a) sau în plasă verticala (fig. 2.11.5 b).

La trecerea conductelor prin pereți sau planșee, se montează tuburi protectoare din țevi din oțel, având diametre cu o dimensiune mai mare decât cele ale conductelor de distribuție pentru a permite deplasarea conductelor la variații de temperatură (la dilatare).

- *Țevi din oțel zincat*

Țevile din oțel zincate se îmbină cu fitinguri din fontă maleabilă zincată sau prin flanșe, îmbinarea prin sudură, în general, nefiind admisă. Filetul țevilor (corespunzător prevederilor STAS 402) trebuie să permită înșurubarea pieselor, cu mâna, până la cel puțin 1/2 și cel mult 3/4

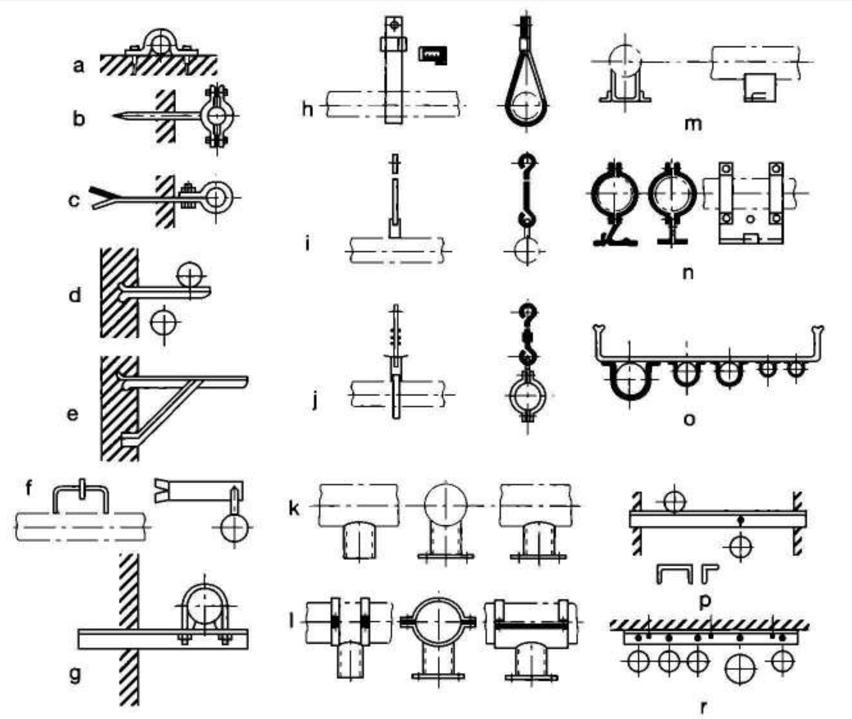


Fig. 2.11.4. Sisteme de susținere a conductelor:
a - cu bride prinse cu șuruburi; b și c - cu brățări; d, e, f, g - cu console; h, i, j - cu susținătoare prinse de armătura elementelor de construcție; k, l, m, n - pe suporturi din profile metalice; o, p, r - cu console dublu încastrate, confecționate din profile metalice.

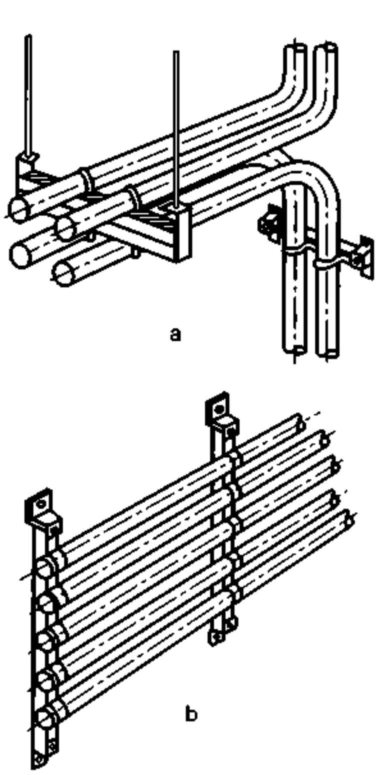
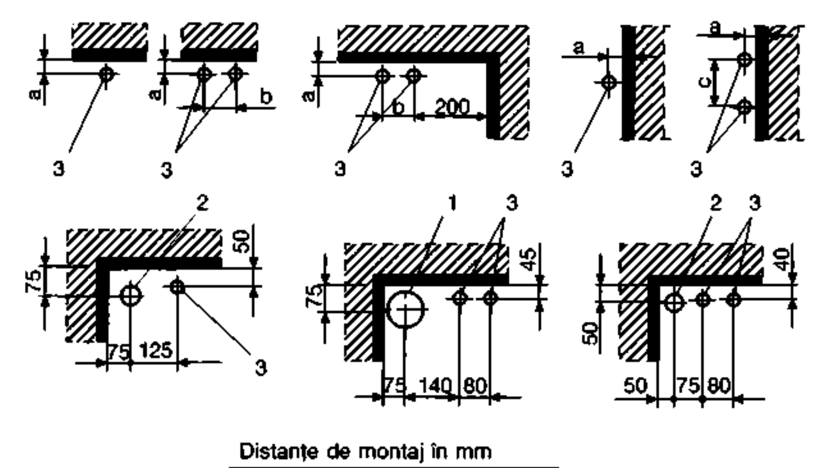


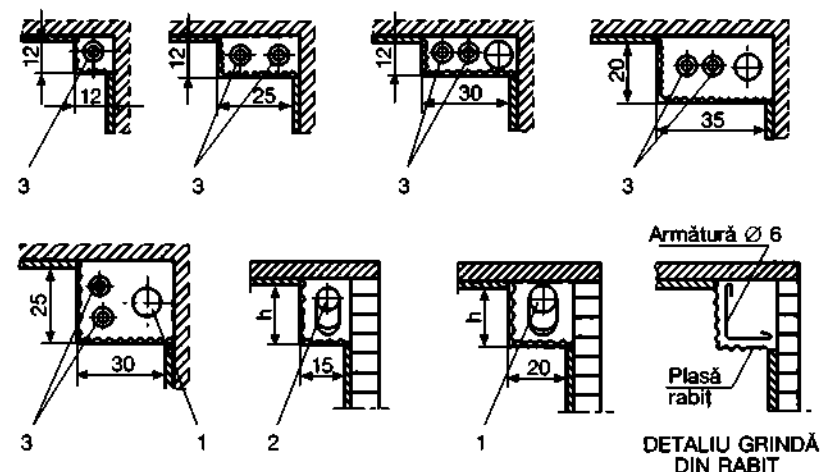
Fig. 2.11.5. Montarea conductelor:
a - în plasă orizontală;
b - în plasă verticală.



Distanțe de montaj în mm

dist \ d*	1/2	3/4-1	1 1/4-2
a	20	30	50
b	80	80	–
c	100	120	–
d*=$d_{nint.}$			

Fig. 2.11.6 a. Poziții și distanțe de montare pentru coloanele de alimentare cu apă rece, apă caldă de consum și canalizare, în cazul montării aparente a conductelor:
1 - conductă de canalizare ∅100 mm; 2 - conductă de canalizare ∅50 mm; 3 - conductă de alimentare cu apă rece, respectiv, apă caldă de consum.



NOTA: Înălțimea „h" este funcție de panta și lungimea coloanei de scurgere

Fig. 2.11.6 b. Poziții și distanțe de montare pentru coloanele de alimentare cu apă rece, apă caldă de consum și canalizare în cazul montării în șlițuri mascate și grinzi false, cu rabiț:
1 - conductă de canalizare ∅100 mm; 2 - conductă de canalizare ∅50 mm; 3 - conductă de alimentare cu apă rece, respectiv, apă caldă de consum.

din lungimea filetului piesei. Îmbinarea cu filet se etanșează cu fuior de cânepă, îmbibat cu pastă de minium de plumb sau pastă de grafit amestecată cu ulei de in fiert, sau alte materiale omologate în acest scop. Îmbinările prin flanșe se etanșează cu garnituri confecționate din carton (STAS 1733), unse cu pastă de miniu de plumb sau grafit îmbibat în ulei de in fiert sau cu alte materiale omologate. Îmbinările cu racorduri olandeze se utilizează în locuri accesibile, vizitabile și unde sunt posibile demontări.

Țevile din oțel, zincate, se fixează de elementele de construcție cu aceleași sisteme de susținere ca și conductele din materiale plastice (fig. 2.11.4).

2.11.4.2 Montarea coloanelor

Coloanele se amplasează în centrul de greutate al punctelor de consum pe care le alimentează. Ele se pot monta aparent, în șlițuri sau îngropat în tencuiala pereților.

Când coloanele se montează aparent, din motive de estetică se amplasează pe cât posibil în colțurile încăperilor și, de regulă, în colțurile încăperilor care conțin instalații sanitare (closete, băi, bucătării). La montarea coloanelor trebuie să se prevadă posibilitatea izolării fiecăreia dintre ele de restul instalației și golirii lor în caz de reparații. Pentru aceasta, la baza fiecărei coloane se montează câte un robinet de închidere fără descărcare, alăturat unui teu de golire.

În fig.2.11.6 a se prezintă pozițiile și distanțele de montare pentru coloanele de alimentare cu apă rece și apă caldă și pentru coloanele de canalizare, în cazul montării aparente a coloanelor, iar în fig. 2.11.6 b, pentru cazul montării în șlițuri mascate și grinzi false cu rabiț.

Racordarea coloanelor la conducta principală de distribuție se face cu fitinguri (fig. 2.11.7).

Pentru preluarea dilatării coloanelor cu țevi din materiale plastice (PE, PP, PVC) se folosesc lire de dilatare.

Coloanele sunt susținute cu ajutorul brățărilor metalice încastrate în elementele de construcții cu mortar de ciment sau de ipsos (fig. 2.11.8), amplasate, de regulă, la fiecare etaj, însă nu la mai mult de 3,50 m una de alta.

2.11.4.3 Montarea conductelor de legătură de la coloane la armăturile obiectelor sanitare

Conductele de legătură de la coloane la obiectele sanitare (fig. 2.11.9) se pot monta atât aparent, cât și îngropat în tencuială.

Legăturile amplasate sub nivelul

obiectelor sanitare (cazul lavoarelor sau al spălătoarelor echipate cu baterii stative) se montează cu pantă, astfel încât să se asigure golirea apei prin coloană. Pentru rezervoare de closet, chiuvete şi spălătoare sau lavoare echipate cu baterii de perete, conductele de legătură se aşează deasupra nivelului obiectelor respective.

Racordarea conductelor de legătură la coloane se face cu ajutorul teurilor. Pe conductele de legătură se montează robinete de închidere (fig. 2.11.9) care permit întreruperea alimentării cu apă a robinetelor sau bateriilor defecte montate la punctele de consum. După remedierea defecţiunilor, aceste robinete se deschid şi se menţin în poziţia respectivă în timpul funcţionării instalaţiei.

Succesiunea operaţiilor de montare a robinetului de pe conducta de legătură de la coloană la obiectele sanitare este arătată în fig. 2.11.10.

Armăturile metalice cu mufe (robinete de trecere) se montează pe conductele din PVC cu ajutorul unui niplu metalic obişnuit şi al unei mufe duble din PVC cu filet sau al unui racord olandez din PVC cu filet exterior. Aceste armături se susţin separat, pentru a nu se transmite, prin manevrarea lor, eforturi asupra ţevii, ele reprezentând astfel puncte fixe ale conductei.

Un sistem modern, deosebit de flexibil, care permite o multitudine de variante de amplasare a obiectelor sanitare, este sistemul de montare a conductelor de legătură (şi chiar a coloanelor) în interiorul unor stelaje realizate din pofile metalice şi acoperite cu panouri din materiale plastice. În catalogul IPCT, de detalii de instalaţii, sunt date module de instalaţii sanitare prefabricate. În străinătate se aplică diferite soluţii de prefabricare a instalaţiilor sanitare, de exemplu sistemul GEBERIT - Elveţia (fig. 2.11.11).

2.11.4.4 Montarea armăturilor obiectelor sanitare

Robinetele şi bateriile amestecătoare de apă rece şi apă caldă ale obiectelor sanitare se montează pe conductele de legătură (derivaţiile) de la coloane.

Robinetele şi bateriile amestecătoare stative se montează la conductele de legătură prin intermediul unor racorduri flexibile, prevăzute cu piuliţe olandeze şi garnituri de etanşare.

2.11.5. Montarea obiectelor sanitare şi a accesoriilor acestora

Obiectele sanitare şi accesoriile acestora se pot monta numai după ce s-au efectuat probele de presiune ale reţelelor de distribuţie a apei reci şi a apei calde de consum şi după ce s-au terminat lucrările de finisare din încăperi (placarea cu faianţă şi gresie, frecare mozaicului, executarea zugrăvelilor etc.), pentru a se evita degradarea obiectelor sanitare şi a accesoriilor acestora, cu ocazia efectuării acestor lucrări.

În funcţie de scopul în care sunt utilizate, obiectele sanitare şi accesoriile acestora, se fixează pe pereţi (lavoare, spălătoare pentru vase, chiuvete, vase de closete, port hârtie, portprosop etc.) sau pe pardoseală (căzi de baie, căzi de duş, vase de closet).

Modul cum se asigură susţinerea obiectelor sanitare pe pereţi sau fixarea pe pardoseală, dispozitivele folosite în acest scop şi cotele de montare se prevăd în detaliile de execuţie a lucrării.

Fixarea pe pereţi a obiectelor sanitare, a suporturilor sau a consolelor de susţinere a obiectelor sanitare şi a accesoriilor acestora se poate realiza: cu şuruburi pentru lemn pe dibluri din lemn încastrate în zidărie; cu şuruburi prezon; cu dibluri metalice.

Fixarea pe pardoseală se poate realiza cu şuruburi pentru lemn pe dibluri din lemn încastrate în pardoseală sau prin simpla aşezare şi sprijinire pe pardoseală, fie pe suporturi proprii (picioare) pentru căzi de baie, fie pe suporturi executaţe din cărămidă pentru căzi de baie sau căzi de duş.

2.11.6. Tehnologia de executare şi montare a conductei de branşament

Pentru diametre de 20...30 mm, conductele de branşament se execută din oţel zincat, polipropilenă sau polietilenă cu ajutorul prizei cu sau fără colier. Pentru diametrele de 50 şi 100 mm, branşamentele se execută din PVC, polipropilenă, polietilenă, din tuburi din fontă de presiune sau ţevi din oţel zincate. Întrucât conducta publică (exterioară) este montată, de regulă, îngropat şi conducta de branşament se montează îngropat în sol sub adâncimea de îngheţ (0,8...1,5 m), până la punctul de intrare în clădire.

• *Executarea branşamentelor cu priză cu sau fără colier*

Racordarea cu priză fără colier la partea superioară a conductei necesită golirea apei din conducta de distribuţie. Conducta de branşament se execută cu ţeavă din oţel zincat. Operaţiile de branşare se desfăşoară după cum urmează:

- găurirea conductei publice, vertical, cu ajutorul unui dispozitiv de găurit numit boraci cu burghiu, având diametrul branşamentului;
- taierea filetului în gaura dată, cu un tarod care este o tijă cilindrică din oţel, cu filet exterior având vârful puţin conic pentru a pătrunde mai bine în peretele conductei şi capul pătrat pentru a putea fi rotit cu ajutorul unui port-tarod;
- înşurubarea piesei de racord, care poate fi un racord olandez;
- lipirea ţevii din plumb la racordul de lipit;
- înşurubarea piuliţei olandeze, etanşarea realizându-se cu garnitură din cânepă impregnată cu miniu de plumb preparat cu ulei de in fiert.

Racordarea cu priză cu colier şi robinet de concesie integrat (fig. 2.11.12) are avantajul că nu necesită golirea de apă a conductei publice, deci sistarea alimentării cu apă a zonei respective. Priza cu colier permite racordarea branşamentului cu filet (fig. 2.11.12 a), cu flanşe (fig. 2.11.12 b) sau cu mufă (fig. 2.11.12 c). Racordarea se realizează într-una din părţile laterale ale conductei publice (fig. 2.11.12 d), iar găurirea acestei conducte se execută după ce s-a montat pe ea priza cu colier (fig. 2.11.12 d). Succesiunea operaţiilor de executare a branşamentului este arătată în fig. 2.11.13.

• *Executarea branşamentelor cu tuburi din fontă de presiune*

Branşamentele cu tuburi din fontă de presiune se racordează la conducta publică (fig. 2.11.14) cu ajutorul pieselor din fontă cu mufe (fig. 2.11.14 a) sau cu flanşe (fig. 2.11.14 b). Piesele de racord pot fi prevăzute încă de la executarea conductei

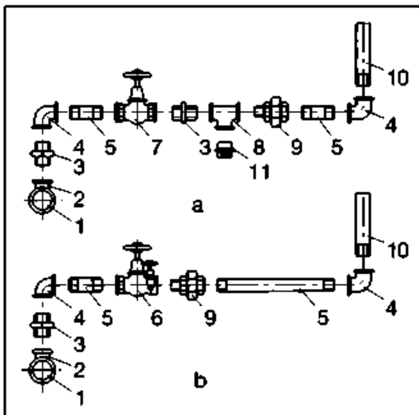


Fig. 2.11.7. Racordarea coloanelor la conducta principală de distribuţie într-o clădire:
a - montare cu teu de golire buşonat; b - montare cu robinet de golire;
1 - conductă principală de distribuţie; 2 - teu; 3 - niplu dublu; 4 - cot; 5 - ţeavă; 6 - robinet cu descărcare; 7 - robinet fără descărcare; 8 - teu buşonat; 9 - racord olandez; 10 - coloană; 11 - dop.

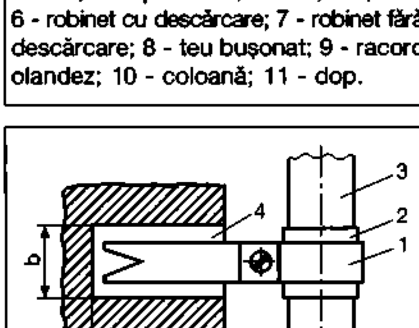


Fig. 2.11.8. Fixarea coloanelor:
1 - brăţară; 2 - izolaţie; 3 - coloană; 4 - mortar de ciment sau ipsos.

publice sau se intercalează pe conductă la nevoie. Îmbinarea tuburilor cu piesele de racord din fontă de presiune cu mufe se face prin ștemuire cu frânghie gudronată și plumb topit. La îmbinarea cu flanșe, etanșarea se realizează cu garnituri din cauciuc sau din carton gros îmbibat în ulei de in fiert.

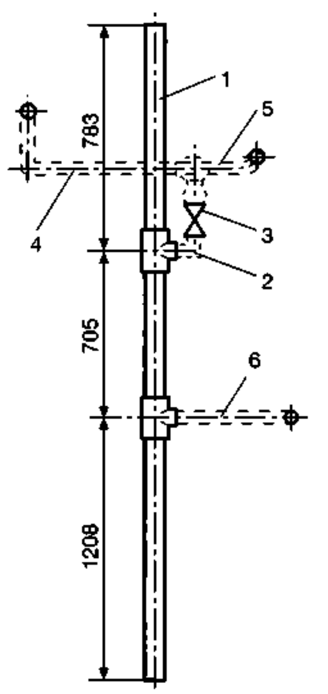


Fig. 2.11.9. Montarea conductei de legătură de la coloană la obiectele sanitare:
1 - coloană; 2 - conductă de legătură; 3 - robinet cu ventil drept; 4 - conductă de legătură la bateria de baie; 5 - conductă de derivație pentru bateria de lavoar; 6 - conducta de legătură la robinetul rezervorului de spălare a closetului.

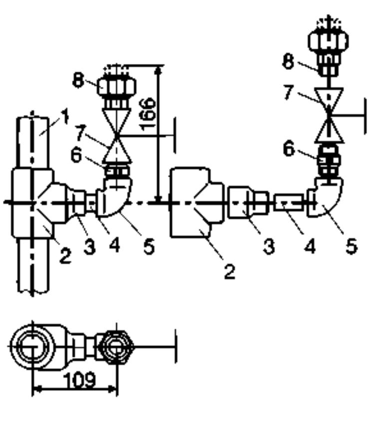


Fig. 2.11.10. Montarea robinetului pe conducta de legătură la coloana din PVC la obiectele sanitare:
1 - coloană din PVC; 2 - teu din PVC; 3 - reducție din PVC; 4 - țeavă din PVC; 5 - cot mixt din PVC, la 900; 6 - niplu dublu egal; 7 - robinet drept, cu ventil, cu mufe; 8 - racord olandez, cu filete interior și exterior.

• *Executarea branșamentelor cu conducte din oțel zincat*

Racordarea conductelor din oțel se poate face direct prin bronzare, după ce în prealabil, conducta de distribuție a fost golită de apă. Bronzarea se întărește prin eclise. Înainte de punerea în funcțiune a branșamentului, conducta se spală prin câteva umpleri și goliri succesive, pentru îndepărtarea resturilor de la sudură și a altor impurități.

• *Executarea branșamentelor cu țevi din materiale plastice*

Pentru realizarea branșamentelor pe conducte din PE sau PP, se utilizează prize speciale cu colier din semișei strânse pe conducta de distribuție prin șuruburi; prizele speciale cu colier sunt prevăzute cu robinet de concesie integrat.

2.11.7. Montarea rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă de consum

În funcție de schemele de alimentare cu apă adoptate și urmărind reducerea volumului de lucrări și a consumului de materiale, rețelele exterioare se pot monta: îngropate în sol, în canale de protecție, în subsolul clădirilor, în galerii subterane vizitabile sau aerian.

2.11.7.1 Montarea subterană a conductelor rețelelor exterioare de alimentare cu apă rece

• *Trasarea și executarea șanțurilor*

Poziția de montare a conductei exterioare de alimentare cu apă rece, respectiv axa șanțului, se trasează, conform proiectului de execuție a rețelei, folosind țăruși din lemn numerotați (jaloane); de aceea operația de trasare se mai numește și jalonare. După stabilirea axului prin jalonare, se marchează lățimea săpăturii care este funcție de diametrul conductei și este indicată în proiect.

Săparea șanțului se realizează cu mijloace mecanice sau manuale.

Pentru această operație pot fi utilizate excavatoarele, cu cupă dreaptă sau inversă, sau pentru lucrări mai mari, săpătorul de șanțuri (excavatorul cu rotor).

Pentru evitarea prăbușirii pereților săpăturii, în șanțuri se execută sprijiniri cu traverse din lemn sau metal.

Conductele având diametre până la 200 mm sunt coborâte în șanț cu frânghii de cânepă sau chingi, acționate manual sau cu un troliu cu clichet pe un trepied metalic. Conductele cu diametre mai mari de 200 mm sunt coborâte în șanț mecanizat cu ajutorul unor macarale montate pe tractoare cu șenile (lansatoare de conducte). Conductele se așează pe un pat de egalizare din nisip.

După coborârea în șanț, tuburile cu mufe de îmbinare se asamblează introducând capătul drept în mufa tubului precedent și, imediat, se face centrarea ambelor tuburi. Pe mijlocul fiecărui tub se pune pământ rezultat din săpătură, care îl fixează bine în șanț, nelăsându-l să se deplaseze lateral, în timpul îmbinării. Tuburile rămân astfel cu capetele (mufele) descoperite până la efectuarea probei de presiune.

• *Tehnologii de îmbinare a conductelor*

Prezintă particularități în funcție de natura

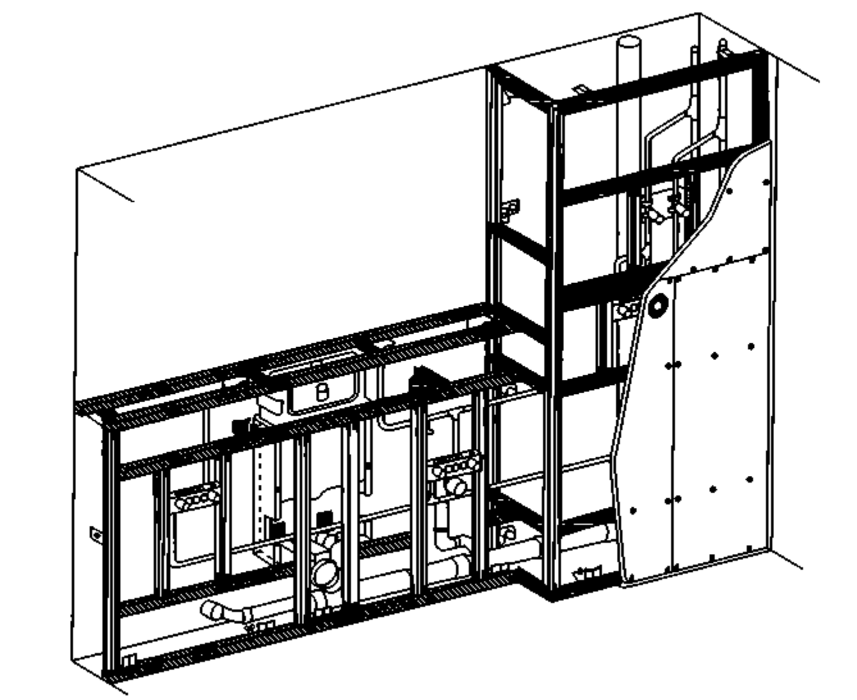


Fig. 2.11.11. Montarea conductelor de legătură de la coloană la obiecte sanitare în interiorul unor stelaje din profile metalice (sistem GEBERIT, Elveția).

materialului conductei și de felul îmbinării.

- Tuburile din fontă cu mufe se îmbină prin ștemuire cu frânghie gudronată și cu plumb sau ciment.
- Tuburile din fontă maleabilă cu mufe se îmbină cu inele de cauciuc.
- Tuburile din fontă cu flanșe se folosesc la îmbinări demontabile. Garniturile folosite la etanșare sunt din plumb, cauciuc cu inserții din pânză, carton gros (mucava), clingherit etc. și se livrează gata confecționate.
- Trecerea de la conductele din fontă de presiune la conductele din oțel (de exemplu, la pătrunderea conductei din fontă de presiune în clădire) se poate face fie prin îmbinări cu flanșe, fie prin îmbinarea țevii din oțel cu mufa tubului din fontă, prin ștemuire cu frânghie gudronată și etanșare cu plumb (fig. 2.11.15).
- Țevile din oțel, zincate (folosite pentru transportul și distribuția apei potabile) se îmbină, de regulă, prin flanșe, iar țevile negre din oțel, protejate anticorosiv (folosite în special pentru transportul apei industriale) se îmbină prin sudură.
- Țevile din mase plastice se îmbină prin mufe și adezivi, sudură sau polifuziune.

• *Montarea armăturilor (vanelor).* Pe rețelele de alimentare cu apă din ansambluri de clădiri se prevăd vane de ramificație și sectorizare. Vanele cu diametre Dn 200 mm și mai mare se montează în cămine vizitabile. Pentru vanele din fontă cu mufe montate direct în pământ, se prevăd tije de manevră, protejate în cutii cu capac.

În punctele joase ale rețelei se montează robinete de golire.

Fântânile cu jet pentru băut apă se prevăd cu dispozitive de închidere și golire a racordului de apă pe timp friguros. Se asigură evacuarea apei de la fântâni, prin intermediul unui cămin cu sifon sau gură de scurgere stradală.

2.11.7.2 Montarea aeriană a conductelor rețelelor exterioare de alimentare cu apă

Pentru alimentarea cu apă necesară proceselor tehnologice conductele exterioare de alimentare cu apă se pot monta aerian, fiind susținute de anumite elemente de rezistență (stâlpi, estacade etc.). În acest caz, conductele sunt izolate termic la exterior sau se folosesc conducte preizolate termic și încălzite

2.11.8. Montarea echipamentelor și utilajelor

2.11.8.1 Montarea pompelor și racordarea la instalație

În stațiile de pompare, pompele se montează pe fundații (postamente) din beton prevăzute cu un strat din material elastic de 8...10 cm grosime pentru amortizarea vibrațiilor produse în timpul funcționării pompei.

Fiecare pompă împreună cu motorul electric de antrenare se montează pe un postament propriu. În cazul montării a 2 pompe, din care una de rezervă, se poate executa un postament comun.

Fundațiile se execută de către constructor folosind un cofraj, iar betonul se poate turna fie pe pardoseala sălii pompelor, fie îngropat în pardoseală, în care caz între fundație și pardoseală se interpune un strat de izolație hidrofugă (pentru evitarea pătrunderii scurgerilor de apă) și unul de izolație fonică (pentru evitarea transmiterii vibrațiilor).

Cuplarea pompei cu motorul electric trebuie să se facă astfel încât axul pompei să se afle exact în prelungirea axului motorului, spre a nu se produce eforturi care pot deteriora cei doi arbori. Cuplarea trebuie să fie elastică, pentru a amortiza șocul ce se produce la pornirea motorului. Înainte de a se introduce șuruburile de strângere a cuplajului, se pornește numai motorul electric, spre a verifica dacă sensul de rotație al acestuia corespunde cu sensul de rotație al pompei, indicat prin săgeată pe corpul ei. În caz contrar trebuie inversate legăturile electrice la 2 borne ale motorului. Axele cuplate ale pompei și motorului trebuie să se rotească ușor cu mâna.

După montarea pompei pe fundație, se efectuează montarea armăturilor și racordarea pompei la conductele de aspirație și, respectiv de refulare.

Înainte de pornire trebuie să se umple cu apă atât pompa, cât și conducta de aspirație, operație numită amorsarea pompei. Umplerea se face prin robinetul de amorsare montat la partea superioară a pompei. Pentru ca la umplerea cu apă să se evacueze tot aerul din interior, este recomandabil ca în timpul umplerii să se învârtească arborele pompei de mai multe ori. Este strict interzisă pornirea pompei dacă nu este umplută complet cu apă. Se verifică apoi etanșeitatea presetupelor, care se strâng ușor, astfel ca din ele să picure lichid care unge garnitura. Se verifică, de asemenea, dacă palierele (lagărele) motorului și pompei sunt unse suficient.

Pompele legate la o conductă de refulare sub presiune se pornesc cu vana de la refulare închisă, pentru a reduce puterea absorbită de motor în primele secunde de funcționare. Apoi vana se deschide treptat până la poziția necesară.

2.11.8.2 Montarea echipamentelor de pompare a apei, cuplată cu recipiente de hidrofor

Amplasarea stației de hidrofor se face în centrul de greutate al consumatorilor, pentru a rezulta o soluție economică a rețelei de distribuție a apei din ansamblul de clădiri.

Amplasarea utilajelor și aparatelor instalației de hidrofor trebuie astfel făcută încât să se realizeze: utilizarea rațională a spațiului tehnic disponibil; traseele conductelor să fie cât mai scurte și cu rezistențe locale cât mai puține; să se asigure accesul ușor, în timpul exploatării, la toate elementele componente ale insta-

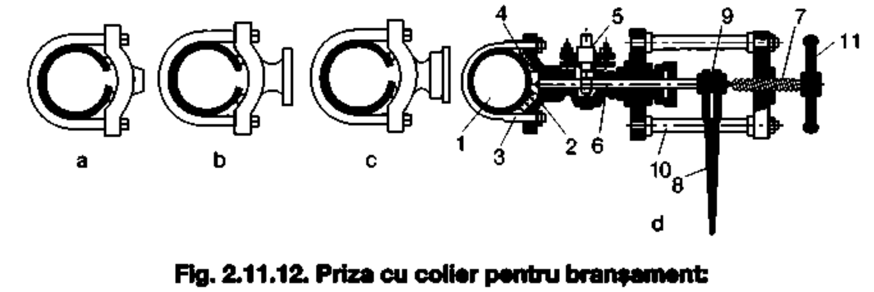


Fig. 2.11.12. Priza cu colier pentru branșament:
a - cu filet; b - cu flanșe; c - cu mufă; d - găurirea conductei cu burghiul acționat cu boraci;
1 - conductă publică; 2 - șaua prizei; 3 - colier; 4 - garnitură; 5 - robinet cu cep; 6 - burghiu; 7 - șurub de presiune; 8 - manetă; 9 - clichet; 10 - cadru; 11 - pârghie.

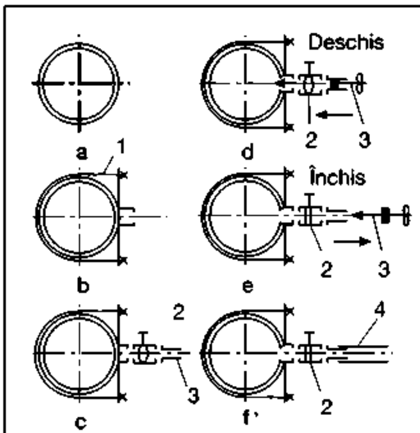


Fig. 2.11.13. Fazele racordării unui branșament prin priză cu colier (schemă de montare):
a - conductă publică de alimentare cu apă; b - montarea prizei cu colier; c - montarea boraciului cu burghiu; d - burghiul perforează conducta; e - scoaterea burghiului și închiderea robinetului; f - montarea branșamentului;
1 - priză cu colier; 2 - robinet cu cep; 3 - burghiu.

laţiei; pompele şi compresorul de aer se vor amplasa cu motorul electric către interiorul încăperii pentru a fi uşor manevrabile în caz de defecţiuni.

La amplasarea echipamentelor instalaţiei de hidrofor se recomandă dimensiunile de montaj: între postamentele pompelor 500...700 mm; între pompe şi rezervoare 600...800 mm; între pompe sau rezervoare şi elementele de rezistenţă ale clădirii 500...800 mm.

Pentru colectarea apei scursă de la presetupele pompelor sau la golirea unor părţi ale instalaţiei şi evacuarea ei la canalizare, se prevede un recipient de pardoseală cu capac şi grătar metalic, racordat la conducta exterioară de canalizare.

Pentru ansambluri de clădiri, clădirea staţiei de hidrofor este, de regulă, comună şi pentru punctul termic pentru prepararea apei calde de consum precum şi pentru prepararea apei calde pentru încălzirea clădirilor.

Schema de montaj a instalaţiei de hidrofor se reprezintă la scară numai în plan vertical. Întrucât schema de montaj nu reprezintă o secţiune prin clădire, ordinea şi distanţele de amplasare a rezervoarelor, pompelor, recipienţilor de hidrofor etc. sunt arbitrare, recomandându-se ca acestea să fie astfel dispuse încât schema să prezinte claritate şi să cuprindă toate elementele instalaţiei, pe cât posibil, toate cotele de montaj.

2.11.8.3 Montarea rezervoarelor

• *Rezervoare pentru acumularea apei reci*

Se execută, în general, din beton armat, beton armat precomprimat sau din tablă din oţel (pentru capacităţi sub 40 m^3), destinate alimentării instalaţiilor din interiorul unor clădiri industriale, social-culturale sau agrozootehnice.

La executarea şi montarea rezervoarelor de acumulare a apei reci, se iau o serie de măsuri constructive rezultate din calculul de rezistenţă al rezervoarelor, care se efectuează luând în considerare acţiunile clasificate şi grupate conform STAS 10101/OA. Rezervoarele de acumulare a apei reci sunt prevăzute cu izolaţii termice şi hidrofuge.

• *Rezervoare de înălţime*

Se montează pe postamente executate sub formă de grinzi din lemn, beton sau din profile metalice.

De regulă, rezervoarele de înălţime sunt amplasate în încăperi (spaţii) special amenajate, astfel că, înainte de începerea montării, sunt necesare o serie de lucrări pregătitoare, ca de exemplu:
- finisarea încăperii în care se montează rezervorul de înălţime;
- asigurarea golurilor (uşi sau ferestre), pentru introducerea rezervorului, armăturilor şi conductelor în interiorul clădirii (încăperii);
- existenţa unui mijloc mecanizat de ridicare (troliu, macara etc.) a rezervorului la înălţimea de montare;
- executarea postamentului pe care urmează să se monteze rezervorul.

Rezervoarele de înălţime se montează după cum urmează:
- se verifică orizontalitatea postamentului pe care se va monta rezervorul şi, dacă este posibil, se fac rectificările necesare, amplasând sub rezervor pene de centrare; în cazul postamentelor din beton, orizontalitatea fundului rezervorului se poate obţine prin amplasarea unor pene între rezervor şi fundaţie;
- se montează rezervorul pe postament;
- se execută conductele de legătură la instalaţie, conducta de preaplin şi golire; conductele de alimentare cu apă şi de distribuţie se execută cu ţevi din oţel zincate, iar conductele de preaplin şi golire cu ţevi negre din oţel (nezincate), grunduite;
- se vopseşte rezervorul la interior şi la exterior cu minium de plumb; gura de vizitare se închide pentru a evita contaminarea apei prin pătrunderea unor corpuri străine sau a impurităţilor în interior.

În scopul evitării pericolului de inundare a clădirii, în cazul unor defecţiuni ale rezervorului sau al scăpărilor accidentale de apă, se iau diferite măsuri tehnice. O soluţie este de a monta rezervorul de înălţime pe o tavă din lemn, căptuşită cu tablă din oţel zincată, care are rolul de a colecta şi evacua eventualele scurgeri de apă printr-o conductă racordată la conducta de canalizare.

Pentru a se evita pericolul de îngheţ în timpul iernii sau încălzirea excesivă a apei în timpul verii, rezervorul se izolează cu un material termoizolant. În acest mod se înlătură condensarea vaporilor de apă din aer pe suprafaţa exterioară rece a rezervorului.

2.11.9. Probarea şi recepţia instalaţiilor cu apă

2.11.9.1 Probarea şi recepţia instalaţiilor interioare de alimentare cu apă rece şi apă caldă de consum

Probarea conductelor se efectuează la o presiune de 1,5 ori presiunea de regim, însă minimum 6 bar, timp de 20 min. Proba se execută după aerisirea instalaţiei.

• *Probarea conductelor cu ţevi din materiale plastice (PE, PP, PVC)*

Probele de presiune ale conductelor executate cu ţevi din materiale plastice se pot face după cel puţin 24 h de la executarea ultimei suduri sau lipituri.

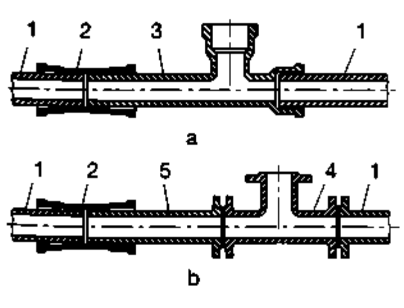


Fig. 2.11.14. Racordarea conductelor de branşament cu piese de legătură din fontă de presiune:
a - cu mufe; b - cu flanşe;
1 - conductă publică; 2 - mufă dublă; 3 - ramificaţie la 90° cu mufă; 4 - teu cu flanşe; 5 - piese cu flanşe.

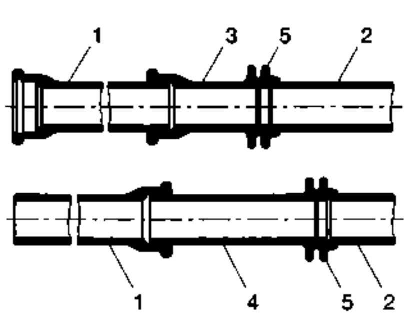


Fig. 2.11.15. Trecerea de la tuburi din fontă de presiune cu mufă la ţevi din oţel, cu flanşe şi invers, folosind piese de trecere din fontă şi flanşe:
1 - tub cu mufă; 2 - ţeavă de oţel; 3 - piesă din fontă cu mufă şi flanşă; 4 - tub din fontă cu flanşă; 5 - flanşă separată îmbinată la ţeavă prin filet.

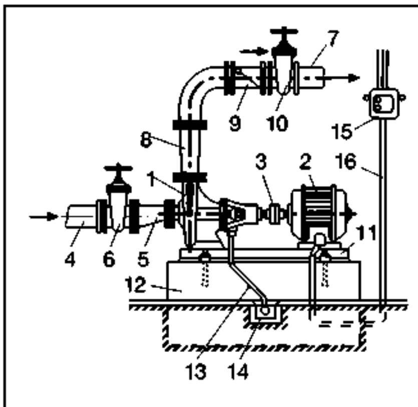


Fig. 2.11.16. Racordarea pompei la conductele de aspiraţie şi de refulare a apei:
1 - pompă centrifugă; 2 - motor electric; 3 - cuplaj elastic; 4 - conductă de aspiraţie; 5 - confuzor; 6 - vană montată pe conducta de aspiraţie a pompei; 7 - conducta de refulare; 8 - difuzor; 9 - clapetă de reţinere; 10 - vană montată pe conducta de refulare a pompei; 11 - placă metalică; 12 - fundaţia pompei; 13 - conductă pentru colectarea apei scurse de la presetupa pompei; 14 - conductă de canalizare; 15 - acţionarea motorului electric al pompei; 16 - circuit electric.

Înainte de darea în exploatare, conductele executate cu țevi din materiale plastice se umplu cu apă și se golesc după 24 h, timp de 2 zile consecutiv. După această operație se ia o probă de apă, pentru a se analiza și verifica dacă apa este potabilă. În cazul în care apa se înscrie în prevederile STAS 1342, organele Inspecției sanitare emit autorizația de funcționare; darea în exploatare a instalației putându-se efectua numai după obținerea acestei autorizații.

• *Probarea conductelor metalice (țevi din oțel zincat, țevi din cupru etc.)*

Probarea la presiune a conductelor interioare executate cu țevi din oțel se execută cu pompa hidraulică cu piston. Pompa se racordează la punctul cel mai de jos al rețelei de conducte ce se încearcă, de obicei, în subsol. Când clădirea este alcătuită din parter și 1...2 etaje, proba se efectuează deodată la toată clădirea. La blocuri cu mai multe etaje, pentru a nu se împiedica lucrările de construcții, proba se efectuează pe coloane sau pe niveluri.

În vederea probei, capetele conductelor se astupă cu dopuri din fontă maleabilă, punându-se robinete de aerisire în punctele situate cel mai sus.

Probele parțiale ale conductelor de apă caldă și de circulație, necesare în timpul montării, se efectuează odată cu probele conductelor de apă rece, separat pe coloane. În acest scop, la fiecare grup de coloane, la partea superioară, conductele de apă rece și de apă caldă se leagă între ele, se astupă cu dopuri toate pozițiile lăsate pentru racordarea obiectelor sanitare, una din coloane se astupă, de asemenea, cu dop la partea inferioară, iar pe la partea inferioară a celeilalte coloane se introduce apă și apoi se realizează presiunea cu ajutorul pompei. La terminarea completă a montării și înainte de a se lega obiectele sanitare, întreaga instalație de apă caldă și rece se supune la o ultimă probă de presiune.

Probarea conductelor cu țevi din plumb de presiune, țevi din cupru etc., se execută la aceleași valori ale presiunii de încercare ca și la țevile din oțel. Când conductele din plumb sau din cupru pentru presiune se montează îngropat, probarea se face înainte de astuparea acestora.

2.11.9.2 Probarea și recepția rețelelor exterioare de alimentare cu apă

Rețelele exterioare sunt supuse probelor hidraulice, de rezistență și de etanșeitate. Aceste probe se efectuează pe tronsoane de 300...500 m lungime și numai după ce conducta a fost acoperită cu un strat de circa 30 cm grosime, lăsându-se libere îmbinările. Pentru rețele exterioare cu presiunea de regim sub 5 bar presiunea de încercare este de 2 ori presiunea de regim, iar pentru rețele cu presiunea de regim peste 5 bar de 1,5 ori presiunea de regim, dar cel puțin de 10 bar.

Presiunea apei se realizează utilizând o pompă de mână; ridicarea presiunii se face treptat începând de la 5 bar, ridicând circa 2 bar la fiecare 1/4 h, până la realizarea presiunii de probă, care se menține timp de 1 h. Proba se consideră reușită dacă, după trecerea intervalului de 1 h, scăderea presiunii în tronsonul încercat nu depășește 10 % din presiunea de probă și nu apar scurgeri vizibile de apă.

Înainte de a fi dată în exploatare, rețeaua de distribuție este spălată cu un curent de apă curată timp de 2-3 h. Apoi, rețeaua se dezinfectează cu apă clorată (cu doza de 20-30 mg clor la 1 l apă), care trebuie să rămână în conductă cel puțin 24 h. După acest interval, se elimină apa cu clor și rețeaua de conducte se spală cu apă curată.

2.12. Exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă

Exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă începe după recepția acestora, când investitorul certifică realizarea lucrărilor de către unitatea de execuție, în conformitate cu prevederile contractuale și cu documentația tehnică de proiectare.

Responsabilitatea exploatării instalațiilor de alimentare cu apă din interiorul clădirii revine proprietarului, utilizatorului sau administratorului clădirii, iar exploatarea rețelelor exterioare, a stațiilor de pompare (hidrofor) din ansambluri de clădiri, inclusiv a rezervoarelor de apă revine societății (regiei) de alimentare cu apă.

La exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă, se aplică prevederile „Normativului pentru exploatarea instalațiilor sanitare", indicativ I 9/1.

Exploatarea instalațiilor de alimentare cu apă cuprinde următoarele operații:
- revizia tehnică a instalației;
- reparații curente;
- reparații capitale;
- reparații accidentale.

Controlul și verificarea instalației au un caracter permanent și se fac pe baza unui program, de către personalul de exploatare. Programul se întocmește de beneficiarul (administratorul) instalației, pe baza prevederilor proiectului și a instrucțiunilor de exploatare a echipamentelor.

Revizia instalației se face periodic și are ca scop cunoașterea stării instalației la un anumit moment, în vederea luării unor eventuale măsuri pentru ca instalația să funcționeze la parametrii proiectați.

Reparațiile curente se fac pe baza constatărilor făcute la revizii sau preventiv, pentru elementele susceptibile de defecțiuni.

Reparațiile capitale constau în înlocuirea unor elemente (părți) din instalație, cu scopul de a readuce instalația la parametrii proiectați sau superiori acestora (lucrări de modernizare). Perioada și data reparației capitale se stabilesc în funcție de constatările făcute cu ocazia verificărilor și reviziilor, în decursul exploatării și de durata de viață normată a instalației, avându-se în vedere gradul de uzură al elementelor instalației și consecințele acestora (pierderi de apă și energie, reparații repetate etc.), frecvența apariției defecțiunilor și cheltuielile necesare pentru remedierea acestora.

Reparațiile accidentale sunt determinate de apariția neașteptată a unor defecțiuni, deteriorări sau avarii, a căror înlăturare imediată se impune, pentru menținerea instalației în stare normală de funcționare și de siguranță în exploatare.

Exploatarea instalației de alimentare cu apă, se efectuează de către personal specializat și instruit, pentru efectuarea lucrărilor la termen și de bună calitate.

Personalul de exploatare trebuie să cunoască schemele de alimentare cu apă, a echipamentelor și aparatelor componente, a detaliilor de amplasare și executare a tuturor elementelor instalației. Pentru executarea lucrărilor, personalul de exploatare trebuie dotat cu scule și utilaje specifice diferitelor operații, precum și cu materiale și piese de schimb.

Parametrii principali care trebuie urmăriți, permanent, pentru siguranța în exploatare a instalațiilor de alimentare cu apă sunt:
- presiunea apei la consumatori și în diferite puncte ale rețelei;
- mărimea consumurilor de apă;
- mărimea consumurilor de energie electrică și termică;
- calitatea apei la punctele de consum;
- nivelul zgomotului în instalație.

Printr-o exploatare rațională a instalației de alimentare cu apă, trebuie să se asigure continuitatea funcționării și reducerea (eliminarea) pierderilor și risipei de apă.

Pierderile de apă constituie pagube importante, atât prin valoarea apei irosite și energiei înglobate în aceasta, prin reducerea presiunii disponibile în rețea, cât și prin eroziunile subterane provocate de apa infiltrată provenită din conducte.

Pierderile de apă se împart în două categorii:
- rezultate ca urmare a neetanșeității conductelor exterioare de distribuție;
- la consumatori, datorate neetanșeității instalațiilor interioare (ventile cu plutitor defecte la instalațiile closetelor, garnituri neetanșe la robinete, țevi sparte etc.).

Detectarea pierderilor de apă se face cu aparate bazate pe fenomene acustice și anume stetoscoape electronice, aparate care amplifică zgomotul produs de ieșirea apei printr-o porțiune defectă. Vibrațiile recepționate sunt amplificate prin microfon și transmise printr-o cască telefonică operatorului; identificarea zgomotelor

produse indică apropierea de sursă, deci de locul avariei.

Pierderile și risipa de apă la consumatori pot fi reduse considerabil prin contorizare individuală (pe apartament) și prin aplicarea unui sistem de tarifare diferențiată, după mărimea și natura consumului de apă.

2.13. Reparații capitale ale conductelor de alimentare cu apă

2.13.1. Sisteme și tehnologii de reabilitare și modernizare a conductelor

Realizarea reparațiilor capitale în funcție de tehnologia de care se dispune poate să conducă după caz la reabilitarea sau la modernizarea sistemului de alimentare cu apă.

Tehnologia adoptată trebuie să fie în strânsă corelare cu materialul conductei și dimensiunile acestuia, în prezent existând o multitudine de variante, începând cu cele de placare interioară cu conducte din polietilenă și încheind cu cele de placare a suprafețelor interioare specifice conductelor de mari dimensiuni în general cu tuburi flexibile din poliester și rășină expoxidică sau cu folie din polietilenă de înaltă densitate, prevăzută cu ploturi pentru distanțare, între care se injectează un amestec special pentru rigidizare.

În funcție de natura materialelor conductelor, de diametrul și forma acestora, tehnologiile folosite pentru reabilitarea și modernizarea sistemelor de alimentare cu apă, pot fi utilizate și pentru reabilitarea și modernizarea sitemelor de canalizare

Pot fi aplicate variantele de expandare a conductelor și introducerea în locul lor a altor conducte din PE și înlocuirea conductelor prin realizarea săpăturii.

În vederea reabilitării conductelor, trebuie cunoscută starea tehnică a acestora. Inspecția conductelor-canalelor principale se face cu camere mobile de luat vederi (figura 2.13.1) ce parcurg canalele și transmit imagini la un monitor amplast într-o mașină auto echipată corespunzător.

Apar dificultăți în cazul în care trebuie reabilitate pe lângă conductele principale și cele secundare care au dimensiuni mici, fiind îngreunată atât inspecția cât și reabilitarea propriu-zisă.

În astfel de cazuri, se utilizează roboți dotați cu camere video auxiliare, special concepuți pentru diagnosticarea conductelor/canalelor (fig. 2.13.2).

Acești roboți se introduc pe conductă, iar poziționarea se realizează cu ajutorul camerei orientabile existentă pe robot astfel încât dispozitivul de lansare al camerei auxiliare să fie perfect aliniat. Odată ce această aliniere s-a realizat se lansează camera auxiliară în conducta laterală. Sistemul de diagnosticare este capabil să genereze rapoarte ce pot fi scoase la imprimantă la fața locului. De asemenea este tipărită o schiță a tronsonului inspectat, pe care sunt notate defectele descoperite în timpul inspecției video. Sistemul poate de asemenea să furnizeze fotografii ale defectelor sesizate. În plus are un dispozitiv bazat pe unde radio ce permite localizarea camerei auxiliare și stabilirea adâncimii la care se găsește față de suprafața pământului.

Deoarece gradul de etanșeitate al conductelor este o caracteristică foarte importantă, cu impact asupra costurilor de exploatare, s-au depus și se depun și în prezent eforturi deosebite pentru a se realiza sisteme tot mai performante pentru inspecție și diagnosticare.

În acest context, trebuie evidențiate atât sistemul de verificare multisenzorială a conductelor de apă cât și cel de detectare a defectelor unor astfel de conducte, utilizând dispozitive cu laser.

Sistemul de verificare multisenzorială vine cu un salt tehnologic, în sensul că actualele camere de luat vederi sunt suplimentate cu senzori inteligenți, făcând posibilă o inspecție automată, mai sigură și o localizare a defectelor, mai precisă decât ca majoritatea sistemelor CCTV (transmisie video în circuit închis).

Pentru a realiza o comparație între metoda tradițională și cea fără săpătură, în legătură cu costurile pe care acestea le presupun, trebuie să se țină cont de condițiile și caracteristicle amplasamentului conductei existente. Factorii care influențează costurile unei reabilitări de conductă fără săpătură pot include:

- diametrul țevii;
- lungimea conductei ce urmează a fi reabilitată;
- defecte specifice ale conductei (legături, rădăcini, crăpături majore, alte defecte);
- localizarea gurilor de acces;
- localizarea altor utilități care trebuie să fie evitate în timpul construcției;
- costuri pentru realizarea organizărilor de șantier;
- numărul de branșamente necesar a fi refăcute;
- inspecția și curățarea conductei.

În general, cu cât e mai mic volumul săpăturilor cerute pentru o operațiune de reabilitare, cu atât sunt mai eficiente din punct de vedere al costului metodele de reabilitare fără săpătură.

Deoarece în practica inginerească au apărut numeroase metode de reabilitare și modernizare a conducetelor, pentru o bună orientare a specialiștilor din domeniu, în tabelul 2.13.1 este prezentată o sinteză a domeniilor cu compatibilitățile aferente.

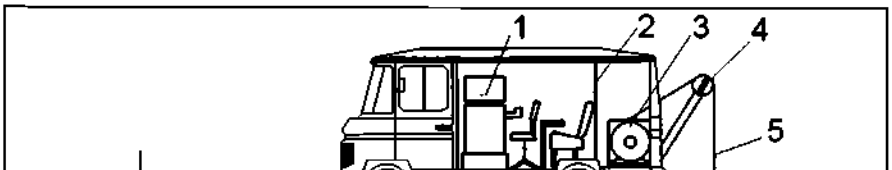


Fig.2.13.1. Sistem de investigare a canalelor cu cameră video teleghidată: 1 - panou central; 2 - perete despărțitor cu geam; 3 - tambur de stocare a cablului; 4 - roata de ghidare a cablului; 5 - cablu de alimentare și transmisie a datelor, 6 – robot cu cameră video încorporată.

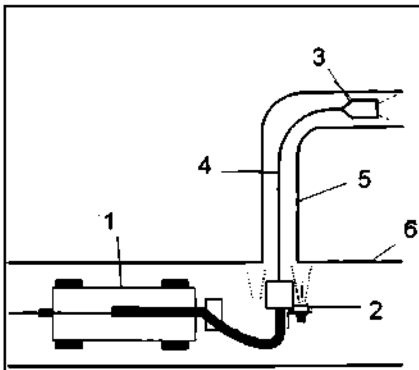


Fig. 2.13.2. Robot cu cameră video auxiliară, pentru inspecția colectoarelor laterale de canalizare: 1 – robot cameră; 2 – cameră video orientabilă; 3 – cameră video auxiliară; 4 – vergea; 5 – colector lateral; 6 – colector principal de canalizare.

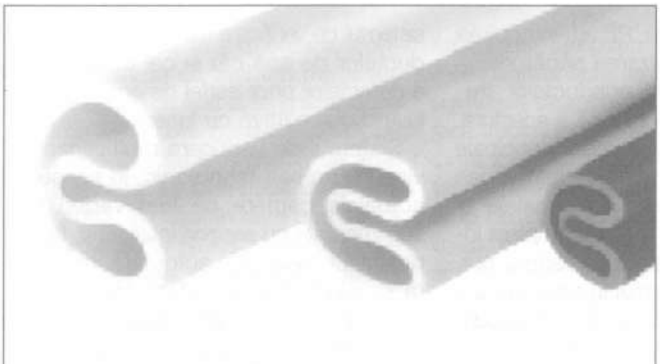


Fig. 2.13.3.A. Imaginea conductei deformate.



Fig. 2.13.3. B. Imaginea conductei reabilitate în cele două faze.

2.13.2. Metode de reabilitare și modernizare a conductelor de alimentare cu apă

2.13.2.1. Metoda Compact-Pipe

Compact-Pipe este o tehnologie de reabilitare care necesită un spațiu redus pentru realizare, fiind recomandată pentru zonele urbane aglomerate. Cu ajutorul acestei metode se pot reabilita conducte cu lungime de până la 700 m, având diametre cuprinse între 100 și 500 mm.

Ca tehnologie, după curățarea conductei de reabilitat, aceasta se va verifica cu o cameră video. În continuare se introduce în secțiunea de asanare un troliu cu cablu cu conducta deformată în formă de C (v. fig. 2.13.3.A și B). Pentru instalarea în conductele de tuburi sub presiune sunt necesare doar două gropi mici de fundație, o groapă de plecare și o groapă în care se termină subtraversarea.

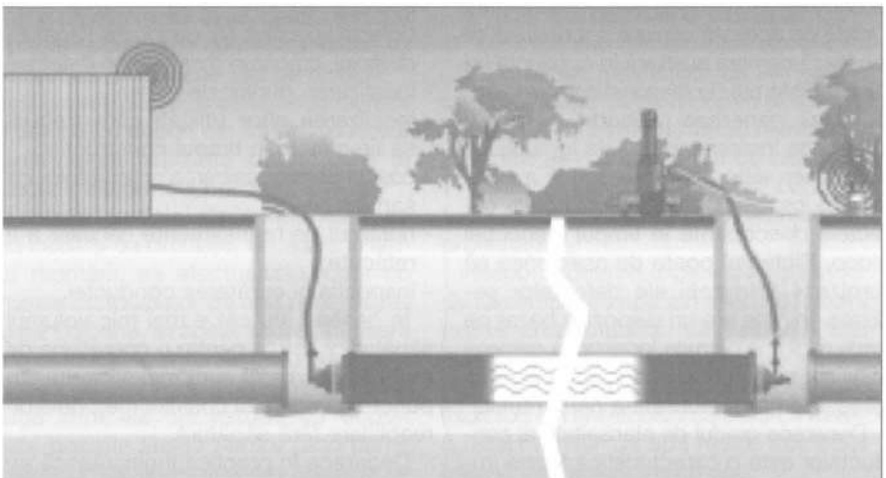


Fig. 2.13.4. Revenirea conductei la forma inițială sub presiunea și temperatura aburului.

După instalare, capetele țevilor se închide, iar în conductă se introduce abur sub presiune (fig. 2.13.4). Materialul utilizat pentru conductele reabilitate este PE cu efect „Memory“. Când se alimentază cu abur sub presiune, la creșterea temperaturii și a presiunii, conducta „își amintește“ de forma sa rotundă (fig. 2.13.3) și ajunge la forma sa inițială - se presează exact pe vechea conductă obținându-se o etanșare perfectă. Din cauza elasticității materialului PE se pot depăși fără probleme toleranțele diametrului interior cu până la 7%. Procesul de răcire controlat exclude schimbări ulterioare de poziție ale conductei.

Ca avantaje ale acestei metode se pot reține următoarele:

Tabelul 2.13.1. Sinteza metodelor de reabilitare și modernizare a conductelor

Nr. Crt.	Metoda	Material conductă de reabilitat	Material conductă reabilitată	Diametru minim	Diametru maxim	Distanța
1	Compact Pipe	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	PE	DN100	DN500	700 m
2	Slipline	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	PE	DN50	DN1000	lungă
3	Subline	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	PE	DN75	DN1600	lungă
4	GFK Liner	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	Textil- fibră de sticlă fără cusatură impregnat cu rășină	DN200	DN1000 DN900/1350	lungă
5	Swagelining	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	PE	DN65	DN1000	1000m
6	Rolldown	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	PE	DN100	DN500	1000m
7	Short Liner	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	Textil impregnat cu rășină	DN100	DN800	scurtă
8	Berstlining	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	PE	DN50	DN800	lungă
9	Pilot Pipe	beton, azbociment, fontă, oțel, PVC	oțel, G, PE sau alte materiale rezistente la întindere	DN80	DN1600	60-80m fără săpătură intermediară
10	Microtunneling	beton, fontă, oțel, PVC	beton, fontă, oțel, PE	DN100	DN1800	lungă

- metoda permite reabilitarea tuturor defectelor conductelor;
- metoda poate fi utilizată la conductele care nu mai sunt rezistente static;
- calitatea și durata de viață a conductei reabilitate corespunde conductelor noi;
- timpul de realizare și cheltuielile efectuate sunt reduse;
- lucrările de construcții subterane se limitează la gropile de plecare mici și la cele în care se termină subtraversarea;
- caracteristicile hidraulice sunt deosebite datorită suprafețelor interioare netede (materialul conductei reabilitate este PE, care are un coeficient de rugozitate foarte mic);
- perturbări minime aduse circulației în zona în care se realizează reabilitarea;
- întreruperi doar de scurtă durată a aprovizionării și salubrizării în zonele aferente celei reabilitate etc.

2.13.2.2. Metoda Slipline

Această metodă permite reabilitarea conductelor lungi cu costuri scăzute. țevile PE standard sunt utilizate pentru reabilitare, fiind sudate împreună pe șantier pentru a forma o singură conductă. Cu ajutorul acestei metode se pot reabilita conducte cu diametre cuprinse între 50 și 1000 mm.

După ce conducta veche a fost curățată și inspectată cu camera video, toate intruziunile rezultate sunt îndepărtate. Pentru tehnica Slipline, diametrul conductei trebuie să fie mai mic decât cel al conductei inițiale. După ce țevile au fost îmbinate prin sudare cap la cap pentru a forma o conductă lungă, această conductă este fixată la un cap de tragere (fig. 2.13.5). Conducta este trasă prin glisare în vechea conductă cu ajutorul unui troliu (fig. 2.13.6.A), pentru readucerea frecării de pot utiliza lubrefianți specifici.

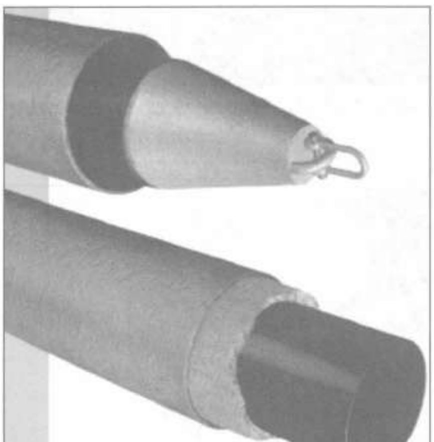


Fig. 2.13.5. Conducta în cele două etape, prima cu capul de tragere și a doua reabilitată

Forța de tragere este supravegheată și raportată pe întreaga durată a procedurii de tragere, pentru ca materialul PE să nu fi supus unui efort excesiv.

Când conducta a ajuns la poziția sa finală, spațiul inelar dintre țeava nouă și cea veche este rambleiat (umplut) cu un material special de cimentare (figura 2.13.6.B), țeava rezultată fiind ca nouă. Statica conductei nu necesită nici o solicitare a conductei vechi. Secțiunea transversală redusă a noii conducte comparată cu cea veche va fi compensată de proprietățile hidraulice favorabile ale materialului PE.

Dintre avantajele mai importante ale acestei metode se pot reține:
- o instalare rapidă prin conducte lungi;
- nici o deformare a conductei;
- nici o tensiune termică a materialului PE;
- proprietăți hidraulice bune datorită suprafețelor interioare netede;
- presiune internă importantă de până la 16 bari fără a afecta conducta veche etc.

2.13.2.3 Metoda Subline

Această metodă se aplică pentru căptușirea interioară a conductelor deteriorate și neetanșe, de lungimi mari și cu diametre cuprinse între 75 și 1600 mm. Pentru căptușire se folosește țeavă din PE, de tipul PE 80 sau PE 100 cu SDR26 până și SDR 80.

Tehnologia de realizare prevede deformarea în formă de U a conductei de PE cu care se va realiza căptușirea (figura 2.13.7).

Deformarea căptușelii în formă de U este tipică pentru tehnologia Subline, ea realizându-se cu ajutorul mașinii Subline. Conducta PE se deformează pe șantier, iar secțiunea transversală se reduce. Deoarece deformarea are loc în porțiunea elastică a materialului, conducta deformată se va fixa cu benzi de sprijin. Benzile de sprijin sunt și ele din PE, pentru a nu deteriora partea exterioară a țevii (fig. 2.13.8).

După curățare și după inspecția cu ajutorul camerei video, căptușeala deformată se introduce în vechea conductă (fig. 2.13.9.A) cu ajutorul unui troliu și se urmărește permanent forța de tracțiune produsă. În acest fel este exclusă o suprasolicitare a materialului de tip PE.

Pentru revenirea la forma inițială, subcăptușeala este supusă la o presiune mică de apă, în așa fel încât să se rupă benzile de sprijin. Sub-căptușeala se extinde și se potrivește în diametrul țevii deteriorate, obținându-se o închidere totală (fig. 2.13.9.B).

Avantaje acestei metode sunt următoarele:
- preț avantajos datorită întrebuințării țevilor din PE;
- posibilitatea deformării pe șantier sau în ateliere;
- posibilitatea deformării fără încălzire;
- se împiedică coroziunea interioară;
- instalare rapidă prin ramificații lungi de conducte;
- grosimea posibilă a peretelui este de 3 până la 20 mm (SDR EMBED Equation.3 26);
- schimbarea direcției este posibilă până la 45°;
- proprietăți hidraulice deosebite datorită suprafeței interioare netede etc.

2.13.2.4. Metoda GFK-Liner

Metoda GFK-Liner este o tehnică de recăptușire cu furtun, utilizând drept conductă un furtun textil din fibre de sticlă fără cusătură. Canalele colectoare care prezintă defecțiuni cauzate de rădăcini, depuneri, abateri de coaxialitate ale închiderilor, fisuri și spărturi pot fi reabilitate prin această metodă. Metoda se aplică conductelor circulare cu diametre de până la 1000 mm și canalelor cu profil oval cu diametre de până la 900/1350, grosimea pereților variind între 4 și 13,6 mm în conformitate cu cerințele statice.

După ce țeava a fost curățată și inspectată cu o cameră video și cu roboți

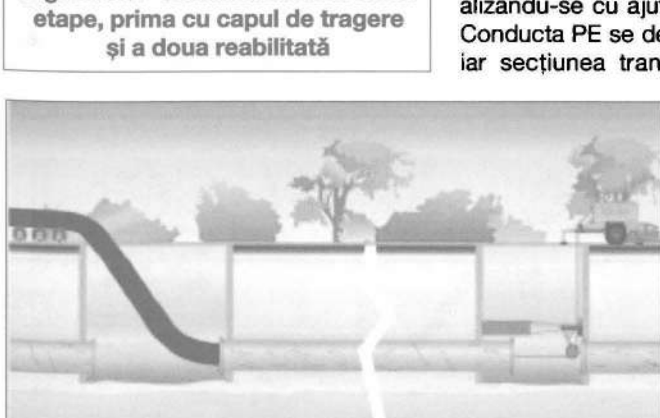


Fig. 2.13.6.A. Tragerea conductei cu ajutorul troliului.

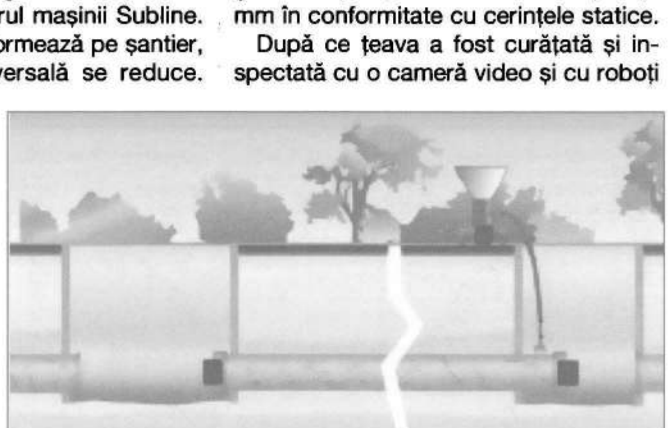


Fig. 2.13.6.B. Umplerea spațiului cu material de cimentare

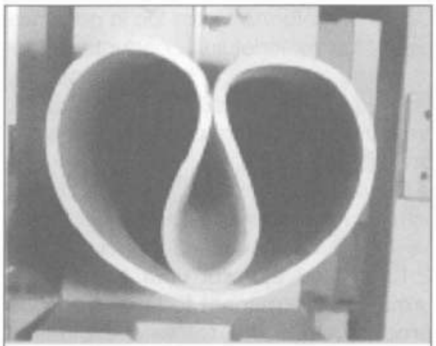


Fig. 2.13.7. Imaginea conductei deformată



Fig. 2.13.8. Conducta deformată cu benzile de sprijin aferente în conducta veche.

de frezare și finisare, este pregătită pentru reabilitare. Un troliu trage furtunul pliat al conductei printr-un puț (fig. 2.13.10) în conducta avariată. Conducta se desface cu ajutorul aerului comprimat și se pliază pe peretele intern al vechii țevi. Furtunul se întărește prin aplicarea unui amestec de aer cu abur, urmând o curbă de temperatură determinată. Procesul de întărire este controlat în mod continuu și este transmis la un operator. Conducta este impregnată de către constructor cu rășină poliesterică.

Ca avantaje ale acestei metode se pot reține:
- timpul de construcție redus;
- nu se aduc daune terenului agricol;
- proprietăți hidraulice bune datorită suprafețelor interne netede;
- reabilitare posibilă sub case, linii de cale ferată etc.;
- rezistență mărită la coroziune deoarece conducta de recăptușire este confecționată din material textil din fibră de sticlă;
- fixare strânsă la conducta principală prin lărgire radială etc.;

2.13.2.5. Swagelining

Tehnologia Swagelining sau căptușirea forțată face posibilă o recondiționare a țevii cu costuri minime, în timp ce traficul rutier este puțin afectat.

Caracteristica specială a căptușirii forțate este diametrul intern al țevii vechi, în funcție de care se face readucerea diametrului conductei (fig. 2.13.11).

Tehnologia impune ca după curățarea țevii vechi, aceasta să fie inspectată cu o cameră video. Înainte de a fi trasă căptușeala înăuntru, diametrul acesteia este redus cu ajutorul unui echipament de reducere (fig. 2.13.12). Tensiune aplicată este monitorizate continuu în timpul acestui proces. Când căptușeala a ajuns la poziția sa finală, troliul își reduce viteza și căptușeala din PE apasă ușor pe peretele interior al conductei principale aceasta garantând un ajustaj aderent continuu și pemanent. Tehnica de căptușire forjată este potrivită pentru diametre de căptușeli a conductelor cuprinse între 65 și 1000 mm și tronsoane de până la 1000 metri.

Ca avantaje ale acestei metode pot fi enumerate:
- nu există solicitare a staticii țevii vechi;
- se realizează rapid o recondiționare a unui tronson de până la 1000 m;
- utilizarea conductei din PE asigură caracteristici hidraulice deosebite;
- cerințe scăzute de curățare a conductei de bază;
- rezistență mărită la coroziune datorită conductei din PE etc.

2.13.2.6. Metoda Rolldown

Căptușirea rețelei de conducte în tehnologia Rolldown este o soluție economică pentru zone din interiorul orașelor și pentru distanțe lungi de reabilitare. Diametrul conductelor căptușite se situează între 100 și 500 mm iar lungimea maximă a unui tronson depășeste 1000 metri.

Metoda utilizează țevi de tipul PE, care se unesc la fața locului prin operația de sudură cap la cap. Pentru a face posibilă instalarea se reduce secțiunea transversală a conductei în mașina Rolldown. Cu rolele aranjate perechi (fig. 2.13.13), mașina reduce diametrul cu până la 10%. Viteza deformației este de 1 până la 3 m/minut.

După instalare, capetele țevilor se închid, iar conducta este supusă la presiune (fig. 2.13.14). Astfel se revine iarăși la diametrul inițial și se potrivește perfect la peretele interior al țevii. Rezultatul este o conductă de calitate, cu țeavă de calitate nouă. Statica conductei nu necesită capacitatea portantă a vechii conducte. Materialul de tip PE garantează carac-

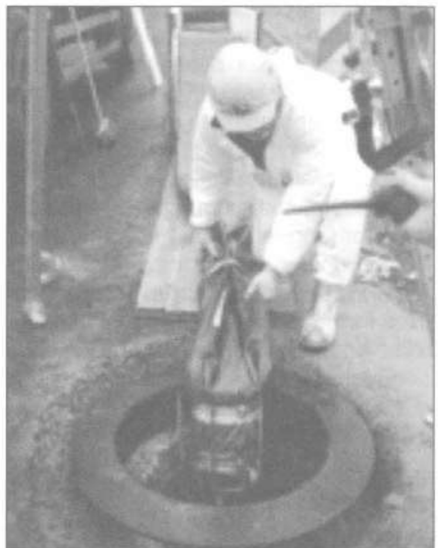


Fig. 2.13.10. Tragerea cu troliul prin puț a furtunului pliat

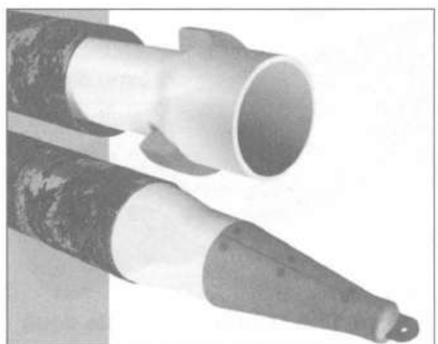


Fig. 2.13.11. Conducta deformată prin reducerea diametrului.

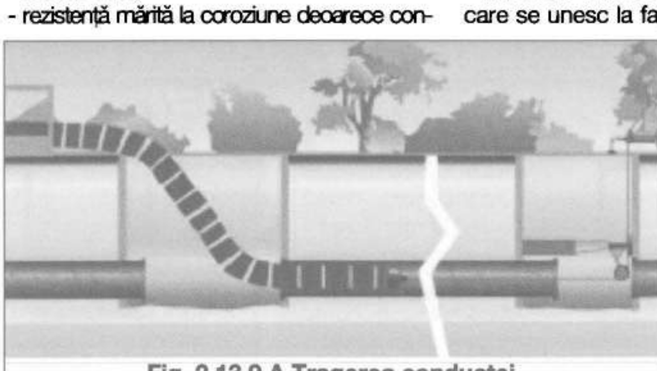


Fig. 2.13.9.A. Tragerea conductei deformate în conducta veche.

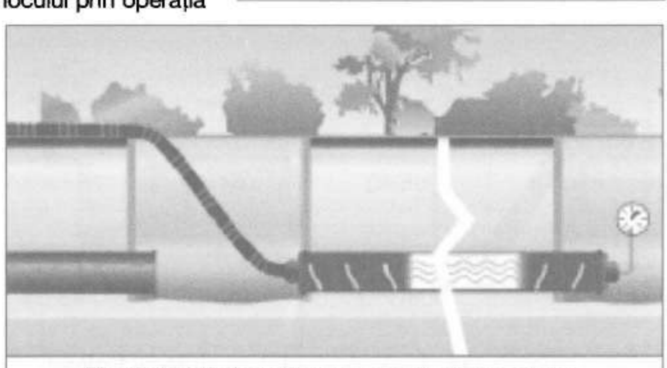


Fig. 2.13.9.B. Introducerea apei sub presiune.

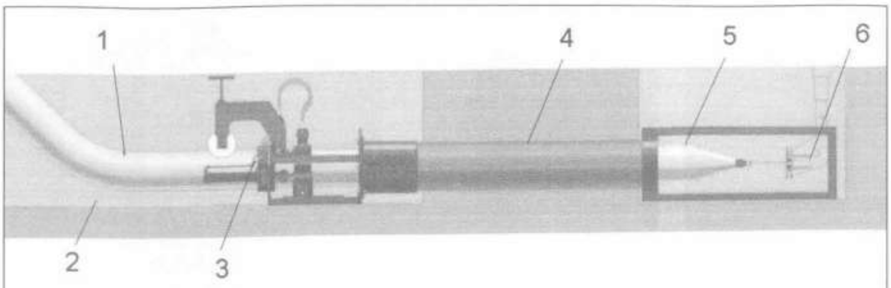


Fig. 2.13.12. Elementele componente ale echipamentului de poziționare a conductei de căptușit:
1 - țeava nouă; 2 - cămin de vizitare; 3 - reducție; 4 - țeava veche; 5 - cap de tragere; 6 - troliu de tragere.

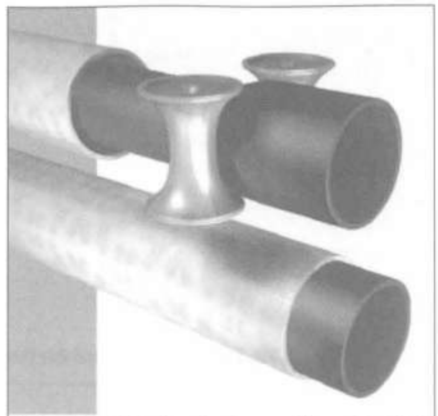


Fig. 2.13.13. Reducerea diametrului conductei din PE

teristici hidraulice bune și o siguranță ridicată contra coroziunii.

Dintre avantajele acestei metode se pot reține:
- se aplică și la conducte vechi care din punct de vedere static nu mai sunt rezistente;
- presiune interioară la care rezistă este de până la 16 bari, fără contribuția țevii vechi;
- deformarea conductei se poate face fără surse de încălzire;
- proprietățile hidraulice sunt bune datorită suprafețelor interioare netede, specifice conductelor din PE;
- nu sunt probleme de coroziune interioară datorită conductei din PE;
- preț avantajos datorită folosirii materialului PE standard etc.

2.13.2.7. Metoda Short Liner

Short Liner este o metodă pentru repararea conductelor cu diametre cuprinse între 100 și 800 mm, fără realizarea săpăturii. Etanșarea se face printr-un furtun scurt introdus în secțiunea avariată a țevii.

Printre situațiile în care se aplică această tehnică se regăsesc:
- etanșarea intruziunilor externe de apă;
- etanșarea fisurilor longitudinale și transversale;
- repararea eficientă și permanentă în cazul spargerii țevilor și formarea de fragmente;
- compensarea devierilor în poziție;
- prevenirea eficientă a defecțiunilor sudurii;
- rezistență la coroziune.

Tehnologia prevede ca după ce conducta a fost curățată, zonele care necesită reparații să fie localizate și măsurate cu precizie cu o cameră video. Apoi, în zona respectivă este poziționată o presă de împachetat cu un furtun impregnat cu rășină (v. fig. 2.13.15.A).

În zona reparației, circumferința presei de împachetat este lărgită cu aer comprimat (fig. 2.13.15.B), presând furtunul scurt pe peretele intern al țevii. Excesul de rășină poliuretanică iese și etanșează crăpăturile și găurile.

După o scurtă perioadă de timp, rășina se întărește și formează o legătură strânsă cu furtunul textil. Diametrul țevii este foarte puțin redus de furtunul textil. Când procesul de întărire se încheie, presa de împachetat este ventilată și scoasă din țeavă.

Dintre avantajele acestei metode se pot reține:
- nici o străpungere la suprafața solului;
- nici o obstrucție a traficului;
- rezultat optim în urma renovării datorită materialelor ce se îmbină în bune condiții;
- procedeul reabilitării este controlat și se derulează sub supraveghere video permanentă etc.

2.13.2.8. Metoda Berstlining

Berstlining este o tehnologie de înlocuire a țevii fără săpătură, care utilizează traseul inițial al țevii, menținând la minim costurile pentru tehnologia subterană. Un avantaj special al acestei tehnici este posibilitatea de lărgire a diametrului.

Când se utilizează tehnica Berstlining, vechea țeavă este distrusă și o nouă țeavă este trasă prin locul rămas.

Țevile vechi din gresie ceramică, beton, fontă sau asbociment sunt sparte în bucăți și îndepărtate în timp ce conductele vechi făcute din oțel sau materiale plastice, ca și căptușelile defecte sunt tăiate și îndepărtate. Prin ambele metode, materialul vechii țevi rămâne în sol.

Deoarece vechea conductă nu mai este necesară, măsurările de pregătire, precum curățarea prin înaltă presiune și îndepărtarea părților proeminente nu mai sunt necesare în general.

După ce tijele au fost împinse în vechea conductă, capul de rupere sau tăietorul este conectat pentru a distruge vechea conductă. Un mecanism de lărgire poziționat în spatele acestui echipament lărgește conducta până la diametrul dorit. Prin această metodă este posibilă mărirea deschiderii nominale inițiale. Noua țeavă este trasă înăuntru împreună cu capetele de rupere și lărgire (fig. 2.13.16).

Avantajele mai inportante ale plicării acestei metode sunt:
- înlocuirea țevii fără săpătură necesită o muncă subterană minimă;
- este posibilă lărgirea diametrului, mărindu-se capaciatatea conductei;
- lungimi ale înlocuirii conductei avariate mai mari de 150 m/ zi;
- metoda este utilizabilă pentru orice fel de defecțiuni;
- nu există vibrații ale solului în timpul procesului de reabilitare etc.

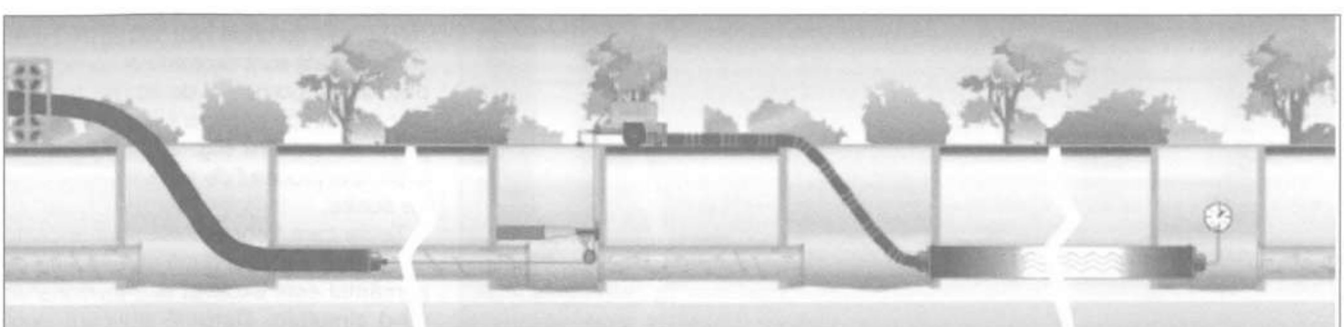


Fig. 2.13.14. Modul de pozare în vechea conductă a conductei noi din PE.

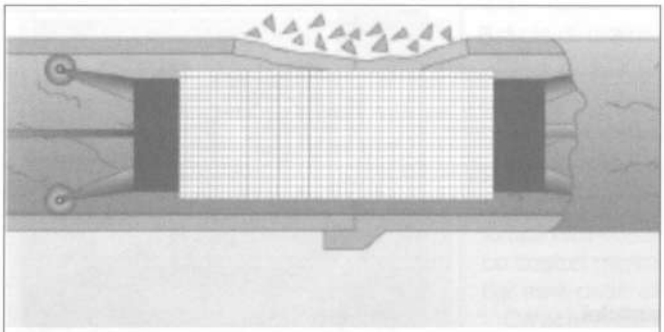


Fig. 2.13.15.A. Poziționarea furtunului textil.

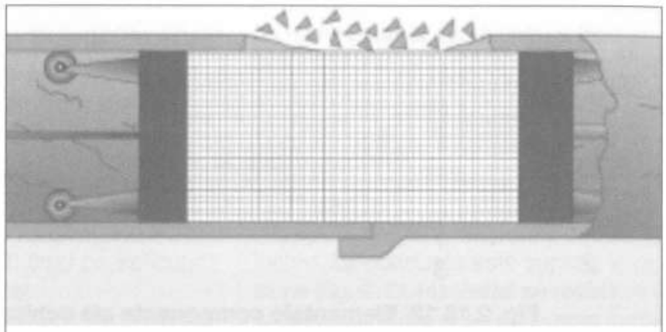


Fig. 2.13.15.B. Poziționarea furtunului textil lărgit cu aer

2.13.2.9. Metoda Pilot Pipe

Procedeul conductei Pilot Pipe este o alternativă pentru înlocuirea conductelor prin care vechea conductă este complet îndepărtată din pământ, iar noua conductă urmează aceelași traseu. Procedeul conductei Pilot Pipe poate fi utilizat la conducte vechi din fontă, oțel, azbociment, beton pretensionat sau armat cu diametre cuprinse între 80 și 1600 mm. Pentru conducta nouă se folosesc țevi din oțel, PE sau alte materiale rezistente la întindere. În comparație cu alte procedee se pot realiza atât măriri sau micșorări considerabile ale diametrelor nominale, cât și lungimi de montaj de 60-80m fără săparea de guri intermediare.

Există două procedee complet diferite, „Conducta Pilot Pipe I" și „Conducta Pilot Pipe II", care se utilizează în funcție de profilul cerut.

Conducta Pilot Pipe I

Acest procedeu este utilizat atunci când este nevoie atât de măriri sau micșorări considerabile ale diametrelor nominale, cât și în cazul lungimilor de montaj mari, fără guri de construcție intermediare. Conducta veche existentă este separată prin gura de vizitare de pornire și învelită cu țevi de oțel de împingere. Printr-un cap de împingere se efectuează centrarea țevii de oțel peste țeava veche.Astfel se realizează o învelire a mufelor și flanșelor independent de direcția montajului. țeava veche preia astfel funcția unui sistem de pârghii pilot. După învelirea completă a țevii vechi, se închide coloana de țevi de protecție și se extrage din pământ. În gura de vizitare de capăt se separă țevile vechi și se îndepărtează prin presare în afară cu ajutorul țevilor de protecție din gura de construcție. În spațiul gol, rămas după îndepărtarea prin presare, se instalează conducta nouă, rambleiată.

Conducta Pilot Pipe II

În cazul construcțiilor intravilane se utilizează Conducta Pilot Pipe II. Acest procedeu este limitat la diametre nominale de la 80 până la 300 mm, neexistând posibilitatea unei măriri a acestora. Pentru a realiza îndepărtarea completă a unei vechi conducte este nevoie de guri de construcție mici la fiecare 20-30 m. În practică se folosesc de obicei gurile de legătură deja existente, lungimile de tragere nedepășind în general 200 m. Conducta veche se îndepărtează direct, prin presare și distrusă în gura de construcție, iar conducta nouă se introduce concomitent.

Ca avantaj principal al acestei metode este faptul că pot fi schimbate conductele, fără a se distruge suprafețe construite sau zonele cu pomi. Datorită minimizării lucrărilor de teren și a cerinței mici de spațiu se reduce perturbarea locuitorilor și a traficului rutier. În comparație cu alte procedee, conducta nouă este așezată într-un pat de pământ fără rămășițe ale conductei vechi. În cazul lungimilor de schimb de 60-80 m (fără guri intermediare) săpăturile se limitează la gurile de pornire și de capăt. De asemenea nu există pericolul prejudicierii altor conducte cu care se întretaie, deoarece se folosește vechiul traseu pentru conducta nouă, iar mărirea sau micșorarea diametrelor nominale este posibilă nelimitat.

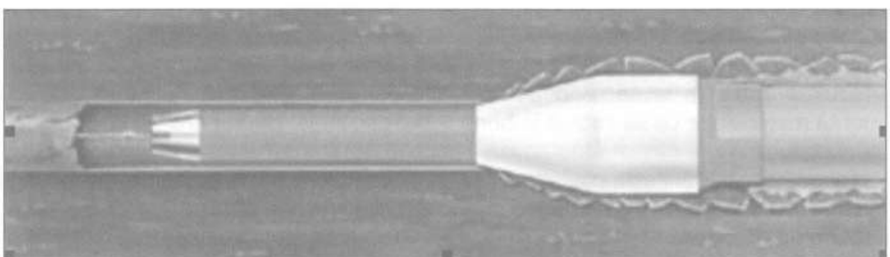


Fig. 2.13.16. Echipamentului utilizat în tehnica Berstlining.

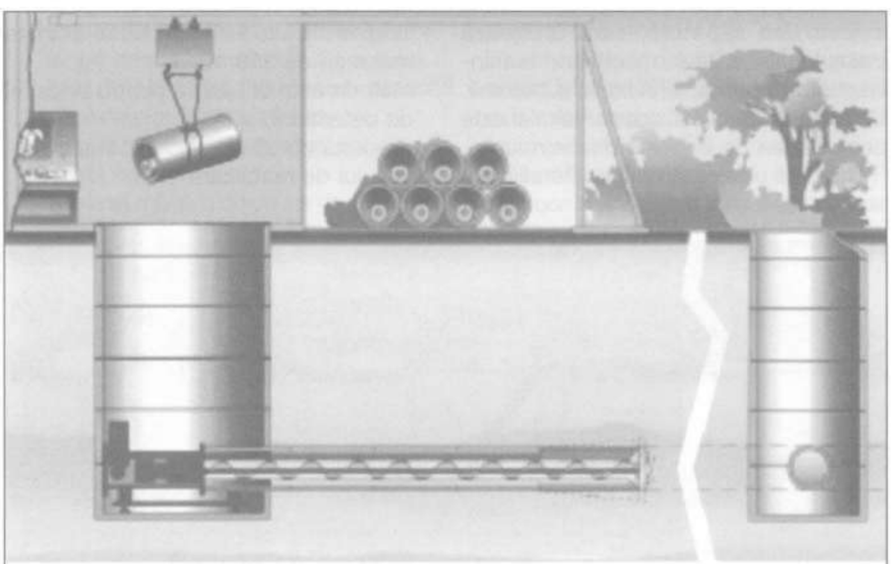


Fig. 2.13.17. Elemetele specicice metodei Microtunneling.

2.13.2.10. Metoda Microtunneling

Metoda Microtunneling este o alternativă eficientă și ecologică la procedeele de construire aplicate convențional canalelor cu diametre nominale între 100 și 1800 mm.

Prima dată sunt excavate și consolidate puțurile de pornire și de sosire, iar apoi dispozitivul de acționare este instalat în puțul de pornire (fig. 2.13.17). Se începe apoi procesul de excavare spre puțul de sosire.

Țevile care trebuie trase sunt apăsate (presate) în sol una după altă, în timp ce pământul este excavat și transportat în mod simultan. Datorită aplicării unor coroane de foraj proiectate diferit, pot fi excavate toate tipurile de sol, de la nisip

fluid până la rocă.

Pământul excavat este transportat fie pe transportoare cu șenile, fie printr-o conductă hidraulică.

Dispozitivul de acționare este comandat prin coroana de forare. Direcția acestei unelte articulate poate fi reglată prin cilindrii hidraulici. În afara puțului, o rază laser determină axa nominală a conductei. Raza lovește planul captor electronic din coroana de foraj. Este măsurată poziția, iar rezultatul este transmis unui calculator, care determină poziția și direcția exactă a coroanei de foraj.

Corectarea necesară a direcției este calculată prin compararea axei nominale și a celei găsite, iar coroana de foraj este reglată prin retragerea și lărgirea cilindrului. Datorită proceselor de măsurare și corectare continue, conducta va fi poziționată precis. În final sunt create puțuri de revizie în puțurile de pornire și de sosire.

Chiar dacă există nivele ridicate de apă freatică, este posibil să se efectueze lucrările necesare fără scăderea nivelului apei freatice. În acest scop, inele din beton sunt scufundate în pământul cu apă. Partea inferioară este închisă sub apă cu ajutorul unui dispozitiv de etanșare din beton. După întărirea betonului, apa este pompată afară.

Instalarea subterană a canalelor se realizează fără perturbarea activității și în special a traficului de la suprafața solului.

I. Instalații sanitare

Capitolul 3
Instalații de canalizare

3.1. Caracteristicile apelor uzate și normele de protecție a mediului

Apele uzate provenite din utilizări în scopuri menajere, igienico - sanitare sau industriale, precum și apele meteorice (pluviale), sunt colectate, transportate și evacuate într-un bazin natural (râu, lac sau mare) numit emisar, cu ajutorul instalațiilor și rețelelor de canalizare.

În funcție de gradul de poluare a apelor uzate, pentru reintroducerea lor în circuitul apelor naturale, în condițiile respectării măsurilor de protecție a mediului ambiant, precum și în scopul recuperării anumitor substanțe utile (grăsimi, uleiuri, substanțe minerale etc.), în instalațiile de canalizare se prevăd aparate și utilaje pentru depoluarea apelor uzate, grupate în stații de epurare.

Curgerea apelor uzate în conductele de canalizare este cu nivel liber astfel încât presiunile se exprimă în scară manometrică (suprapresiuni față de presiunea atmosferică considerată ca origine și egală cu p_0=101325 N/m²=1,01325 bar în scară absolută a presiunilor).

3.1.1. Caracteristicile apelor uzate

După gradul de impurificare și proveniența lor, apele uzate sunt:
- uzate menajere, rezultate din utilizarea apei potabile la obiectele sanitare (căzi de baie, lavoare, dușuri, chiuvete etc.) amplasate în clădiri civile, social - culturale, industriale, agrozootehnice etc.;
- uzate industriale, provenite din utilizarea apei în procese tehnologice, și care pot fi: ape convențional curate, de exemplu, cele utilizate la răcirea agregatelor, la condiționarea aerului etc.; ape uzate industriale cu impurități de proveniență minerală, organică sau cu conținut de substanțe chimice agresive; ape rezultate din satisfacerea nevoilor tehnologice proprii ale alimentărilor cu apă sau ale stațiilor de epurare;
- meteorice, provenite din precipitații atmosferice (ploi, topirea zăpezilor, a ghețurilor etc.);
- de drenare sau de infiltrație, care sunt colectate cu ajutorul drenurilor.

Principalele caracteristici ale apelor uzate sunt:
- turbiditatea, care reprezintă conținutul de materii în suspensie; apele uzate menajere au, în general, turbiditatea de 400...500 grade în scara silicei (un grad de turbiditate corespunde prin comparație, unei emulsii etalon având 1 mg pulbere de silice fin divizată în 1 dm³ de apă distilată);
- culoarea, exprimată în grade de culoare: apele uzate proaspete au culoarea cenușiu deschis, iar prin fermentarea materiilor organice din apă capătă o culoare mai închisă;
- mirosul, care pentru apele uzate proaspete este aproape inexistent; apele în curs de fermentare au un miros pronunțat;
- temperatura apelor uzate este cu 2...3 °C mai ridicată decât a apelor de alimentare și influențează direct procesele de epurare;
- materiile solide totale din apa uzată reprezintă conținutul de materii solide în suspensie și dizolvate în apă; concentrația lor se exprimă [mg/l];
- materiile solide organice dizolvate în apele uzate exprimă gradul de impurificare organică a acestora și pe baza concentrației lor [mg/l] se dimensionează treapta de epurare biologică;
- oxigenul dizolvat (O_2) se găsește în apele uzate în cantități mai mari sau mai mici în funcție de gradul lor de poluare;
- consumul biochimic de oxigen la 5 zile (CBO_5) exprimă gradul de impurificare a apelor uzate cu substanțe organice; cu cât valoarea acestuia este mai mare cu atât apa este mai murdară;
- consumul chimic de oxigen (CCO) măsoară conținutul de carbon din materiile organice existente în apele uzate menajere prin stabilirea oxigenului consumat de bicarbonatul de potasiu în soluție acidă;
- azotul liber alcătuit din amoniac liber, azot organic, nitriți si nitrați, reprezintă un indicator al substanțelor organice azotoase conținute în apele uzate;
- acizii volatili indică evoluția fermentării anaerobe a apelor uzate; pentru apele uzate menajere în cazul unei bune fermentări, acizii volatili exprimați în acid acetic trebuie să fie de circa 200...300 mg/l;
- grăsimile și uleiurile vegetale sau minerale, în cantități mari, formează o peliculă pe suprafața apei, care poate împiedica aerarea, produce colmatarea filtrelor biologice sau inhibă procesele anaerobe din bazinele de fermentare;
- gazele din apele uzate sunt: hidrogenul sulfurat, bioxidul de carbon și metanul;
- concentrația de ioni de hidrogen (pH) pentru apele uzate menajere trebuie să fie în medie, pH = 7;
- potențialul de oxidoreducere (potențialul redox, rH) reprezintă inversul logaritmului presiunii de oxigen; valori rH < 15 caracterizează faza de oxidare (fermentare) anaerobă, iar valori rH > 25, oxidare aerobă;
- putrescibilitatea indică posibilitatea ca o apă uzată să se descompună mai repede sau mai încet; stabilitatea este inversul putrescibilității;
- proprietățile biologice exprimă concentrația diferitelor tipuri de bacterii conținute în apele uzate pe baza cărora se poate aprecia gradul de impurificare a apei și pericolul de infectare; absența bacteriilor dintr-o apă uzată poate indica prezența unor substanțe toxice.

3.1.2. Condițiile de evacuare a apelor uzate în canalizările localităților și normele de protecție a mediului

Pentru a asigura funcționarea sigură și exploatarea corespunzătoare a rețelelor de canalizare, precum și respectarea măsurilor de protecție a mediului, apele uzate nu trebuie să:
- degradeze construcțiile, instalațiile de canalizare și stațiile de epurare;
- micșoreze capacitatea de transport a canalelor;
- împiedice procesele de epurare sau să micșoreze capacitatea instalațiilor de epurare;
- producă poluarea apelor, aerului și solului;
- aducă prejudicii igienei și sănătății publice sau personalului de exploatare.

Condițiile de calitate care trebuie satisfăcute de către apele uzate la evacuarea în rețeaua de canalizare se referă la secțiunea de control, care este ultimul cămin al canalizării interioare a folosinței (abonatului) sau al incintei canalizate, înainte de evacuarea în rețeaua de canalizare a localității.

Apele uzate care se evacuează în rețelele de canalizare a localităților nu trebuie să conțină în secțiunea de control:

a - materii în suspensie a căror cantitate, mărime și natură constituie un factor activ de erodare a canalelor, provoacă depuneri sau stânjenesc curgerea hidraulică normală:
  - materiale care, la vitezele realizate în colectoarele de canalizare ale localităților, corespunzătoare debitelor minime de calcul ale acestora, pot genera depuneri în colectoare;
  - diferiți lianți care se pot solidifica și pot obtura secțiunea canalelor;
  - corpuri (solide) plutitoare sau antrenate care nu trec prin grătarul cu spațiu liber 20 mm între bare, iar în cazul fibrelor și firelor textile prin sita cu latura ochiului de 10 mm;
  - suspensii dure și abrazive (pulberi și granule de roci sau metalice precum și altele asemenea) care prin antrenare pot provoca erodarea canalelor;
  - păcură, uleiuri, grăsimi sau alte materiale, într-o formă și cantitate care să genereze aderențe de natură să provoace zone de acumulări și de depuneri pe pereții canalului colector;
  - substanțe care, singure sau în amestec cu alte substanțe conținute în apa

din rețelele de canalizare, provoacă fenomene de coagulare ce conduc la depuneri în acestea sau cele care produc substanțe agresive noi;

b - substanțe cu agresivitate chimică asupra materialelor care sunt folosite în mod obișnuit la construcția rețelelor de canalizare și a stațiilor de epurare a apelor uzate din localități (cele menționate în STAS 3349 și altele);

c - substanțe de orice natură, sub formă plutitoare, în stare de suspensie, coloidală sau dizolvată care, în această stare sau prin evaporare, stânjenesc exploatarea normală a canalelor și stațiilor de epurare a apelor uzate, sau provoacă, împreună cu aerul, amestecuri explozive (benzină, benzen, eter, cloroform, acetilenă, sulfură de carbon și alți solvenți, dicloretilena și alte hidrocarburi clorurate, apă și nămol din generatoarele de acetilenă etc.);

d - substanțe toxice sau alte substanțe nocive care, singure sau în amestec cu apa de canalizare, pot pune în pericol personalul de exploatare a canalizării și a stației de epurare;

e - substanțe cu grad ridicat de periculozitate:
- unele metale grele și compușii lor (de ex.: Hg, Bi, Sb);
- compuși organici halogenați;
- compuși organici cu fosfor și/sau staniu;
- agenți de protecție a plantelor, pesticide (fungicide, erbicide, insecticide, algicide) și substanțe chimice folosite pentru conservarea materialului lemnos (celulozei, hârtiei), materialelor din piele și textile etc.;
- uleiuri și hidrocarburi de origine petrolieră;
- alți compuși organici dăunători (de ex.: benzpiren, benzantracen, hidrocarburi policiclice aromatice și alte substanțe cancerigene);
- substanțe radioactive, inclusiv reziduuri;

f - substanțe care, singure sau în amestec cu apa de canalizare, pot degaja mirosuri care să constituie o poluare a mediului înconjurător;

g - substanțe colorante a căror cantitate și natură, în condițiile diluării realizate în rețeaua de canalizare și în stația de epurare, determină modificarea culorii apei din cursurile de apă receptoare;

h - substanțe inhibitoare ale procesului de epurare în cantități care, în condițiile diluării realizate în rețeaua de canalizare ar putea prejudicia funcționarea instalațiilor de epurare sau a celor de tratare a nămolului;

i - substanțe organice greu biodegradabile în cantități ce pot influența negativ gradul de epurare al treptei de epurare biologică.

Este interzisă evacuarea substanțelor de natura celor arătate, în sistemele publice de canalizare, atât prin intermediul apelor uzate provenite de la sursele de impurificare legal racordate, cât și direct din recipiente de colectare separată a acestor substanțe.

Valorile indicatorilor de calitate a apelor uzate, în secțiunea de control la evacuarea în rețeaua de canalizare a localității sunt redate în tabelul 3.1.1 (conform „Normativului pentru condițiile de descărcare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale centrelor populate"- C90).

Apele uzate, provenite de la unitățile medicale și veterinare curative sau profilactice, de la laboratoarele și institutele de cercetare medicală și veterinară, întreprinderi de ecarisaj, precum și de la orice fel de întreprinderi și instituții care prin specificul activității lor contaminează apele uzate cu agenți patogeni (microbi, virusuri, ouă de paraziți etc.) pot fi evacuate în rețelele de canalizare ale localităților numai cu respectarea următoarelor măsuri:

a - la unitățile medicale și veterinare curativ - profilactice, realizarea măsurilor de dezinfecție a tuturor produselor patologice provenite de la bolnavi se face conform legislației sanitare în vigoare;

b - la laboratoarele unităților și institutelor care lucrează cu produse patologice și la celelalte unități menționate, realizarea măsurilor de dezinfecție și sterilizare a tuturor produselor patologice se face înainte de evacuarea apelor uzate în canalizarea localității.

3.2. Sisteme și scheme generale de realizare a instalațiilor de canalizare

Sistemul de canalizare cuprinde ansamblul de conducte, obiecte sanitare, receptoare, aparate, dispozitive, utilaje, armături și construcții accesorii, care, după un anumit procedeu, în mod organizat, colectează, transportă, epurează și evacuează apele uzate dintr-un centru populat sau industrie, numit bazin de canalizare, într-un emisar (râu, lac sau mare).

Procedeul de canalizare reprezintă modul în care apele uzate, de origini dife-

Tabelul 3.1.1. Condiții de calitate a apelor uzate pentru evacuarea lor în rețeaua de canalizare

Indicatorul de calitate	U/M	Valori maxime admise	Metoda de analiză
1. Temperatura	[°C]	40	-
2. Concentrația ionilor de hidrogen (pH)	unit. pH	6,5-8,5	STAS 8619/3
3. Materii totale în suspensie	[mg/dm³]	200	STAS 6953
4. Consum biochimic de oxigen la 5 zile (CBO_5)	[mg O_2/dm³]	300	STAS 6560
5. Consum chimic de oxigen-metoda cu bicromat de potasiu (CCO-Cr)	[mg O_2/dm³]	500	STAS 6954
6. Azot total (Kjeldahl)	[mg N_2/dm³]	50	STAS 7312
7. Azotiți (NO_2)	[mg/dm³]	10	STAS 8900/2
8. Sulfuri și hidrogen sulfurat (S^{2-})	[mg/dm³]	0,5	STAS 7510
9. Sulfiți (SO_3^{2-})	[mg/dm³]	10	STAS 7661
10. Sulfați (SO_4^{2-})	[mg/dm³]	400	STAS 8601
11. Fenoli antrenabili cu vapori de apă (C_6H_5OH)	[mg/dm³]	30	STAS 7167
12. Substanțe extractibile cu solvenți	[mg/dm³]	20	STAS 7587
13. Arsenic (Ar)	[mg/dm³]	0,1	STAS 7885
14. Detergenți sintetici anion activi biodegradabili	[mg/dm³]	30	STAS 7576
15. Plumb (Pb^{2+})	[mg/dm³]	0,5	STAS 8637
16. Cadmiu (Cd^{2+})	[mg/dm³]	0,1	STAS 7852
17. Crom tetravalent (Cr^{3+})	[mg/dm³]	1	STAS 7884
18. Crom hexavalent (Cr^{6+})	[mg/dm³]	0,1	STAS 7884
19. Cupru (Cu^{2+})	[mg/dm³]	1	STAS 7795
20. Nichel (Ni^{2+})	[mg/dm³]	1	STAS 7987
21. Zinc (Zn^{2+})	[mg/dm³]	1	STAS 8314
22. Mangan (Mn^{2+})	[mg/dm³]	1	STAS 8662
23. Cianuri (CN^-)	[mg/dm³]	0,5	STAS 7685
24. Clor liber (Cl_2)	[mg/dm³]	1	STAS 6364

rite, sunt evacuate prin una sau mai multe rețele de canalizare și poate fi:

- *unitar*, când se colectează și se transportă prin aceeași rețea toate apele uzate evacuate din clădirea sau de pe teritoriul localității ce se canalizează;
- *separativ* sau divizor, când apele de canalizare se colectează și se transportă prin cel puțin două rețele distincte, de exemplu o rețea pentru ape uzate menajere și o rețea pentru ape meteorice;
- *mixt*, când apele de canalizare se colectează și se transportă parțial prin procedeul unitar și restul prin procedeul separativ.

Procedeul de canalizare a transmis denumirea sa sistemului: sistem unitar, separativ sau mixt.

Schema de canalizare constituie reprezentarea în plan a elementelor componente ale sistemului de canalizare, pe circuitul apelor uzate.

Schema generală a sistemului de canalizare al unei localități (fig. 3.2.1) cuprinde:

- instalațiile interioare de canalizare a apelor uzate menajere, tehnologice (industriale) și meteorice, din clădirile civile, social - culturale și industriale;
- căminele de racord ale instalațiilor interioare la rețelele exterioare (secundare) din ansambluri de clădiri;
- instalațiile (stațiile) de epurare (și eventual, de pompare) a apelor uzate din incinte;
- căminul de racord al rețelelor exterioare (secundare) de canalizare din ansamblul de clădiri la rețeaua exterioară principală (publică) de canalizare a localității;
- rețeaua publică de canalizare a localității;
- stații de pompare a apelor uzate din rețeaua exterioară de canalizare a localității;
- stații de epurare a apelor uzate menajere sau industriale aferente localității;
- guri de descărcare (deversoare) a apelor uzate în emisar.

Pe schema generală de canalizare din fig. 3.2.1, s-a marcat cu linie punctată încadrarea instalațiilor de canalizare din clădiri și ansambluri de clădiri în sistemul de canalizare al localității, secțiunea de control fiind căminul de racord al rețelei exterioare secundare la rețeaua publică de canalizare.

În interiorul clădirilor, instalațiile de canalizare se realizează cu rețele separate sau comune, în funcție de natura și concentrația impurităților din apele uzate.

Rețelele separate de canalizare se prevăd pentru ape:

- uzate menajere;
- care conțin substanțe agresive (acizi, baze etc.)
- uzate provenite de la bucătăriile unităților de alimentație, garaje etc.;
- contaminate provenite de la spitale de boli contagioase, laboratoare de analize medicale, laboratoare cu substanțe radioactive;
- ce conțin substanțe combustibile.

Sistemul și schema de canalizare exterioară, din cadrul ansamblurilor de clădiri, se stabilesc, de regulă, corespunzător sistemului și schemei de canalizare publică.

Schemele de canalizare publică se clasifică, în funcție de amplasarea canalelor față de emisar, astfel: perpendiculară directă (fig. 3.2.2 a), perpendiculară indirectă (fig. 3.2.2 b), paralelă sau în etaje (fig. 3.2.2 c), ramificată (fig. 3.2.2 d) și radială (fig. 3.2.2 e).

Schema perpendiculară directă are avantajul că lungimile colectoarelor sunt mici și se recomandă îndeosebi pentru canalizarea apelor meteorice, prevăzându-se colectoare secundare cu descărcare directă în emisarul cel mai apropiat.

Schema perpendiculară indirectă este avantajoasă în cazul sistemului unitar, în care sunt colectate toate apele uzate și evacuate în aval de oraș, după ce în prealabil au fost epurate. Pentru a nu se ajunge la secțiuni exagerate ale canalelor, din loc în loc se amplasează canale deversoare care funcționează mai ales în timpul ploilor cu intensitate mare și de

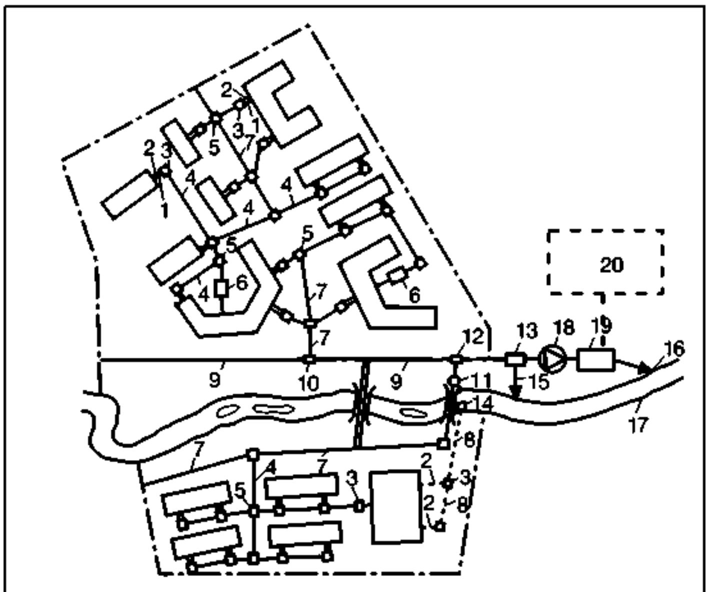


Fig. 3.2.1. Schema generală a unui sistem de canalizare:
1 - racord de canalizare interioară a apelor uzate menajere; 2 - racord de canalizare a apelor meteorice; 3 - cămin de racord la canalizarea exterioară; 4 - colector de serviciu; 5 - cămin de vizitare; 6 - separator de nisip și grăsimi; 7 - rețea exterioară de canalizare din ansamblul de clădiri, în sistem unitar; 8 - rețea exterioară de canalizare a apelor meteorice (sistem separativ); 9 - colector public; 10 - cămin de racord la colectorul public; 11 - sifon de canalizare; 12 - cameră de intersecție; 13 - cameră de deversare; 14 - gură de descărcare ape meteorice; 15 - canal deversor în cazul ploilor cu intensitate mare; 16 - gură de descărcare ape uzate; 17 emisar; 18 - stație de pompare a apelor uzate; 19 - stație de epurare; 20 - paturi de deshidratare și uscare a nămolurilor.

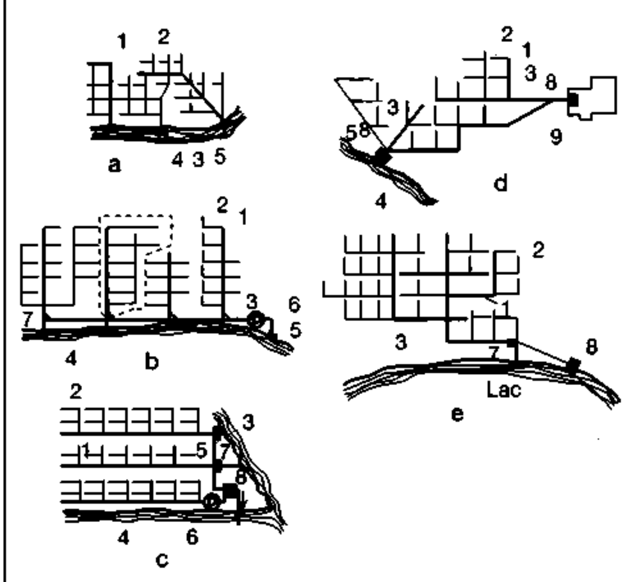


Fig. 3.2.2. Scheme de canalizare publică:
a - perpendiculară directă; b - perpendiculară indirectă; c - paralelă (în etaje); d - ramificată; e - radială;
1 - colector de serviciu; 2 - rețea exterioară de canalizare din ansamblul de clădiri;
3 - colector public; 4 - emisar (râu);
5 - deversor; 6 - stație de pompare;
7 - canal deversor; 8 - stație de epurare;
9 - câmpuri de irigare.

scurtă durată, descărcând rețeaua de excesul de apă care ar putea modifica regimul de curgere cu nivel liber.

Schema de canalizare paralelă este compusă din colectoare secundare, paralele cu emisarul (râul) și un colector principal din care apa este condusă în stația de epurare și, mai departe, în emisar.

Pentru localități mici, amplasate în terenuri aproape plane, se recomandă schema ramificată, iar pentru localități mari, având eventual mai mulți emisari, schema radială.

În concluzie, la alcătuirea schemei de canalizare, trebuie să se țină seama de proveniența și gradul de impurificare a apelor uzate, de condițiile de relief, de emisar și de rezultatele calculelor tehnico- economice.

3.3. Instalații interioare de canalizare a apelor uzate menajere

Instalațiile interioare de canalizare a apelor uzate menajere cuprind ansamblul de obiecte sanitare, dispozitive sau sisteme constructive de colectare a apelor uzate și rețeaua de conducte care le transportă și evacuează în rețelele exterioare de canalizare, prin intermediul căminelor de racord, amplasate în exteriorul clădirilor.

3.3.1. Soluții constructive pentru rețelele interioare de canalizare a apelor uzate menajere

Rețelele de conducte pentru evacuarea apelor uzate menajere cuprind:
- conductele de legătură de la obiectele sanitare (sau alte puncte de utilizare a apei în scopuri igienico - sanitare) la coloane;
- coloanele (conductele verticale) de evacuare a apelor uzate menajere;
- conductele orizontale (colectoare), la care sunt racordate coloanele;
- conductele de ventilare naturală a rețelei interioare de canalizare a apelor uzate menajere.

3.3.1.1 Rețele de conducte pentru evacuarea apelor uzate menajere

• *Conductele de legătură de la obiectele sanitare la coloane.* Apele uzate menajere sunt evacuate din obiectele sanitare (fig. 3.3.1), prin sifoanele acestora, în conductele orizontale de legătură la coloane. În acestea (fig. 3.3.2) apa curge gravitațional, fie cu nivel liber, fie la secțiunea plină a conductei, în funcție de gradul de utilizare a obiectului sanitar.

Pentru aceasta, conducta de legătură trebuie să aibă un anumit diametru, corespunzător debitului de apă evacuat și să fie montată cu o anumită înclinare față de orizontală, numită pantă de curgere. Dacă panta de curgere este prea mare, descărcarea apei din obiectul sanitar prin conducta de legătură în coloană se face brusc și apare o zonă de depresiune (presiune mai mică decât presiunea atmosferică) în conducta de legătură, care va produce aspirația gărzii hidraulice a sifoanelor în coloană, gazele nocive putând pătrunde apoi din coloană, prin obiectele sanitare, în încăperi. Același fenomen se poate produce și când, la aceeași conductă de legătură la coloană, sunt racordate mai mult de patru obiecte sanitare, datorită creșterii debitului de apă, deci și a vitezei de evacuare prin conductă. Dacă panta de curgere este prea mică, viteza de curgere a apei uzate se reduce și suspensiile existente în apă nu pot fi antrenate, astfel că se depun prin sedimentare, putând duce la înfundarea conductei.

• *Coloanele de canalizare a apelor uzate menajere.* În coloane (fig. 3.3.3) apa curge prin cădere liberă; la debite mici are loc o curgere peliculară instabilă, fie sub forma unei elice cilindrice (fig. 3.3.3 a) fie sub forma unei pelicule cu valuri (fig. 3.3.3 b), având suprafața liberă în contact cu aerul care circulă prin coloană de jos în sus (în contracurent cu apa). Pe măsură ce debitul de apă crește, curgerea în coloană este perturbată, au loc ruperi ale peliculei și se pot forma diafragme (fig. 3.3.3 c) sau dopuri de lichid (fig. 3.3.3 d) care separă, în coloană, zone de depresiune (notate cu -) și de suprapresiune (presiune mai mare decât presiunea atmosferică, notate cu +); în punctele de depresiune ale coloanei se produce aspirația gărzii hidraulice din sifoanele obiectelor sanitare, iar în punctele de

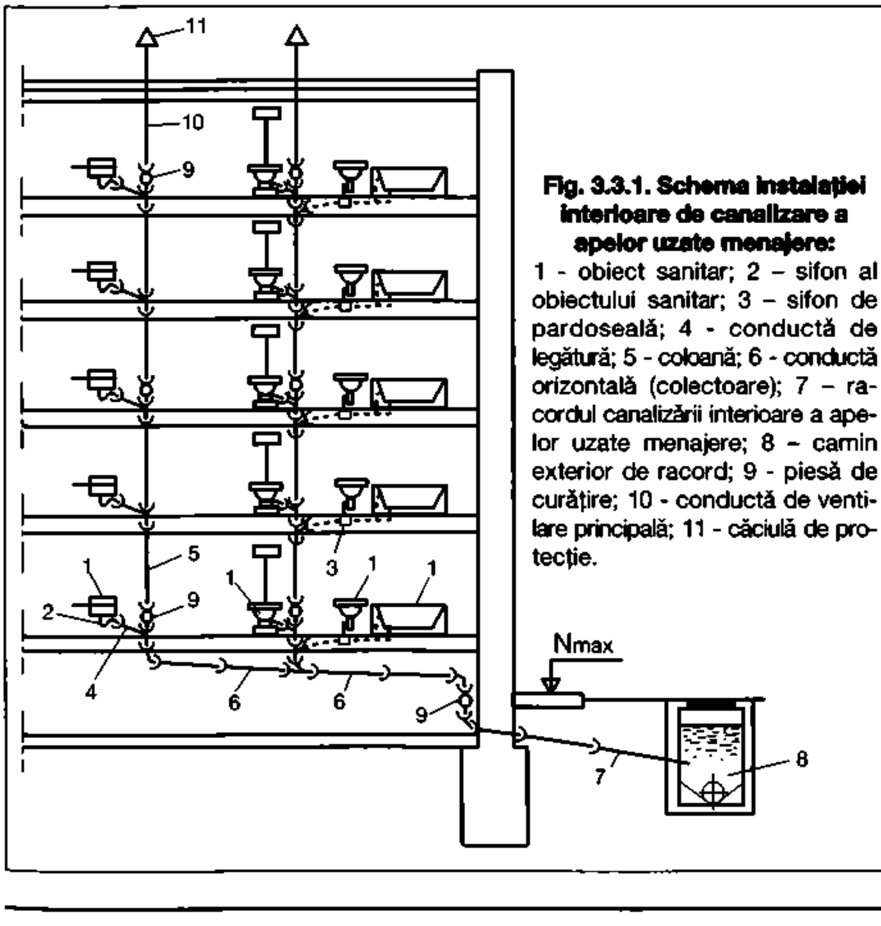


Fig. 3.3.1. Schema instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere:
1 - obiect sanitar; 2 – sifon al obiectului sanitar; 3 – sifon de pardoseală; 4 - conductă de legătură; 5 - coloană; 6 - conductă orizontală (colectoare); 7 – racordul canalizării interioare a apelor uzate menajere; 8 – camin exterior de racord; 9 - piesă de curățire; 10 - conductă de ventilare principală; 11 - căciulă de protecție.

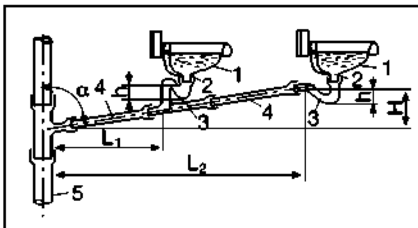


Fig. 3.3.2. Evacuarea apelor uzate de la obiectele sanitare, prin conducta de legătură la coloană:
1 - obiect sanitar (lavoar);
2 - ventil de scurgere; 3 - sifon;
4 - conductă de legătură la coloană;
5 - coloană de curgere.

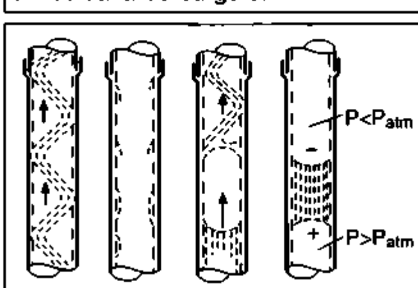


Fig. 3.3.3. Curgerea apei uzate menajere în conducte verticale (coloane).

suprapresiune are loc refularea apei uzate din coloană prin conductele de legătură și obiectele sanitare în încăperi. Pentru a evita aceste situații, coloanele trebuie puse în legătură permanentă cu atmosfera prin conducte de ventilare naturală (aerisire), pentru ca, în interiorul coloanelor, pe întreaga lor înălțime, presiunea amestecului de gaze nocive cu aerul să fie egală cu presiunea atmosferică, asigurându-se în acest fel evacuarea rapidă și sigură a gazelor nocive în atmosferă.

Stabilirea numărului de coloane și a poziției acestora se face în funcție de sistemul constructiv adoptat, astfel încât conductele de legătură la obiectele sanitare să fie cât mai scurte.

La amplasarea coloanelor se ține seama de următoarele:

- gruparea coloanelor de canalizare împreună cu cele de alimentare cu apă;
- coloanele de canalizare se amplasează în apropierea obiectelor sanitare cu utilizarea cea mai mare, întrucât legăturile dintre obiectele sanitare și coloane se realizează cu piese de dimensiuni mari, limitate ca tipuri constructive;
- soluția aleasă nu trebuie să dăuneze aspectului încăperii; coloanele se amplasează, de regulă, în colțurile încăperilor când se montează aparent;
- coloanele care, în mod accidental, pot fi expuse loviturilor, se protejează cu rabiț, măști etc.;
- pozițiile și unghiurile de racordare a conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloanele de canalizare se realizează astfel încât să nu favorizeze înfundarea rețelei.
- în blocurile de locuințe se recomandă prevederea coloanelor de canalizare separate pentru bucătării de cele pentru grupurile sanitare;
- se interzice trecerea coloanelor de canalizare prin camere frigorifice, casa liftului, coșuri și canale de fum, spații inaccesibile, coșuri de ventilare, deasupra tablourilor electrice etc.

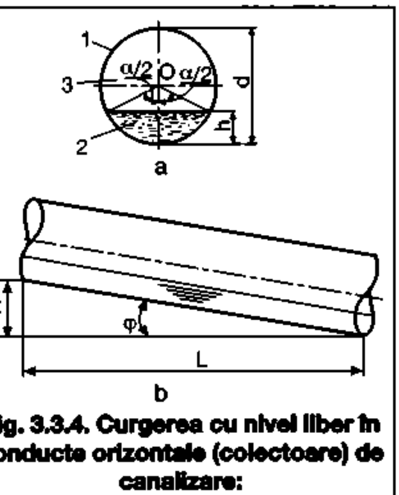


Fig. 3.3.4. Curgerea cu nivel liber în conducte orizontale (colectoare) de canalizare:
a - secțiune transversală prin conductă; b - definirea pantei de montare; 1 - conductă; 2 - apă uzată menajeră; 3 - gaze.

Pe coloanele de canalizare cu legături de la obiectele sanitare se prevăd tuburi (piese) de curățire la baza coloanei, deasupra ultimei ramificații și la fiecare două niveluri.

Înălțimea de montare a piesei de curățire este de 0,4 - 0,8 m față de pardoseală.

În cazul coloanelor având înălțimea de peste 45 m se prevăd devieri ale coloanelor (deplasarea axului); devierile se realizează la intervale de maximum 8 niveluri una de alta prin utilizarea curbelor de etaj sau a coturilor de 45°.

În acest caz se montează, suplimentar, piese de curățire înainte și după deviere.

Se evită retragerile de coloane de canalizare la plafoanele încăperilor cu funcțiuni de vânzare din unități comerciale, depozite de alimente, birouri etc., prin amplasarea coloanelor pe lângă pereții sau stâlpii încăperilor.

• *Conductele orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere.* În conductele orizontale (colectoare) la care sunt racordate coloanele, curgerea apei uzate are loc gravitațional, cu nivel liber (fig. 3.3.4) pentru a se asigura evacuarea continuă a gazelor nocive, prin coloane, în atmosferă. Din această cauză secțiunea transversală a conductei orizontale colectoare este numai parțial umplută cu apă. Se definește gradul de umplere *u* a conductei colectoare ca fiind raportul între adâncimea *h* a curentului de apă și diametrul interior *d* al conductei (fig. 3.3.4 a):

$$u = h/d \qquad (3.3.1)$$

Se observă că: $0 \leq u \leq 1$; pentru exploatarea sigură și economică a conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere, gradul de umplere maxim admis este $u = 0,65$.

Spre deosebire de apele uzate convențional curate (inclusiv apele meteorice), apele uzate menajere conțin amestecuri de diferite substanțe dizolvate sau nu, de proveniență organică sau anorganică, cu densități diferite. Aceasta face ca, în timpul curgerii prin colectoarele de canalizare, unele substanțe să plutească la suprafață și să fie antrenate de apă, iar altele să se mențină în suspensie în masa lichidului sau să se depună prin sedimentare, ducând la micșorarea continuă a secțiunii de curgere până la înfundarea conductei. Pentru a evita acest lucru, conducta orizontală colectoare se montează cu o anumită pantă de curgere *i*, definită astfel (fig. 3.3.4 b):

$$i = \tan\varphi = \frac{H}{L} \qquad (3.3.2)$$

Între panta *i* și viteza *v* de curgere a apei prin conducta orizontală colectoare există relația (Chézy):

$$v = C\sqrt{Ri} \qquad [\text{m/s}] \qquad (3.3.3)$$

în care:

C - este coeficientul de rezistență hidraulică (Chézy);

R - Fraza hidraulică, definită ca raportul între aria *A* [m²] a secțiunii transversale a curentului de apă și perimetrul udat *p* [m] al secțiunii conductei:

$$R = \frac{A}{p} \qquad [\text{m}] \qquad (3.3.4)$$

Pentru același diametru al conductei orizontale colectoare de canalizare , la o pantă minimă de montare corespunde o viteză minimă de curgere a apei, la care toate substanțele în suspensie pot fi antrenate, numită *viteza de autocurățire a conductei* și care este mai mare decât viteza de sedimentare a suspensiilor; la o pantă maximă, corespunde o *viteză maximă* de curgere a apei peste a cărei valoare se produc procese abrazive (de eroziune) a conductei.

Pentru a asigura o funcționare sigură și o exploatare rațională a instalației de canalizare menajeră, viteza de curgere a apei prin conductele orizontale (colectoare) trebuie să fie mai mare decât viteza minimă de autocurățire care este de 0,7 m/s pentru conducte din fontă de scurgere, polietilenă, polipropilenă și PVC și mai mică decât viteza maximă care este de 4 m/s; deci: $0,7 < v < 4$ [m/s].

Pantele normale și minime de montare ale colectoarelor orizontale de canalizare a apelor uzate menajere au valori diferite, în funcție de diametrele acestora.

Într-o conductă orizontală de canalizare având diametrul *d* și panta *i* de montare date, viteza *v* de curgere a apei poate să crească sau să scadă în funcție de creșterea sau scăderea debitului *q* de apă evacuat, care se determină cu relația:

$$\dot{V} = A \cdot v \qquad [\text{m}^3/\text{s}] \qquad (3.3.5)$$

în care:

A - reprezintă aria secțiunii transversale a curentului de apă în conducta de diametru *d*,

v - viteza apei este dată de relația (3.3.3).

La alegerea traseelor colectoarelor orizontale de canalizare a apelor uzate menajere, se recomandă următoarele:

- în clădirile cu subsol, în care traseele sunt accesibile, se reduce la minimum numărul de ieșiri ale conductelor de canalizare din clădiri;
- reducerea la minimum a numărului schimbărilor de direcție;
- racordarea coloanelor la colectoare sub un unghi de maximum 45°;
- evitarea montării conductelor orizontale de canalizare în pardoseală, sub utilaje;
- evitarea utilizării ramificațiilor duble pe orizontală.

La clădirile fără subsol, amplasate în terenuri normale, se admite îngroparea în pământ sub pardoseală, a conductelor de canalizare, cu trasee cât mai scurte, fără schimbări de direcție, cu posibilități de

intervenție pentru desfundare.

Schimbările de direcție sub un unghi de 90° se pot realiza folosind două curbe la 45° montate succesiv.

În scopul controlului funcționării și al intervenției în caz de înfundare în timpul exploatării, pe conductele orizontale de canalizare se prevăd piese și dispozitive de curățire, la schimbări de direcție, în punctele de ramificație greu accesibile pentru curățirea din alte locuri, precum și pe trasee rectilinii lungi.

Tuburile de curățire (fig. 3.3.5) se amplasează în așa fel încât să fie posibilă curățirea conductei în ambele sensuri.

Conductele suspendate sub tavanele încăperilor folosite, se curăță printr-un cot cu capac (fig. 3.3.5 c), pentru a se evita, la curățire, scurgerea apelor uzate în încăperile de sub colectoarele de canalizare.

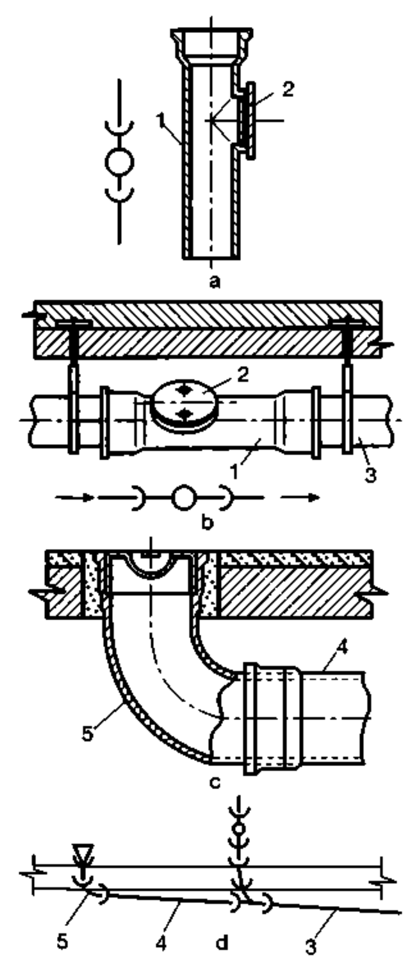


Fig. 3.3.5. Tuburi, piese și dispozitive de curățire:
a - piesă de curățire (poziție verticală, pentru coloane); b - piesă de curățire montată pe o conductă orizontală de canalizare; c - cot cu capac pentru curățire; d - idem, reprezentare schematică;
1 - piesă de curățire; 2 - capac; 3 - colector orizontal; 4 – prelungirea colectorului orizontal; 5 - cot cu capac pentru curățire.

În subsol, piesele de curățire se montează pe conductele amplasate în spațiile comune sau în spațiile aparținând beneficiarilor pe care îi servesc.

Poziția conductelor orizontale de canalizare, față de conductele altor instalații, precum și distanțele minime față de acestea, vor fi conforme cu prescripțiile în vigoare, după cum urmează:

- față de instalațiile electrice, conform „Normativului pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumatori cu tensiuni până la 1000 Vc.a și 1500 Vc.c" - I 7;
- față de instalațiile de gaze, conform „prescripțiilor tehnice pentru proiectarea și executarea sistemelor de alimentare cu gaze naturale".

La trecerea conductelor de canalizare prin subsoluri având adăposturi de apărare civilă se respectă prevederile din „Normele tehnice privind proiectarea și executarea adăposturilor de apărare civilă în subsolurile clădirilor noi" - P102.

Se recomandă evitarea montării conductelor de canalizare în spații a căror temperatură scade sub 0 °C; dacă acest lucru nu este posibil, se iau măsuri speciale contra înghețului.

Se evită trecerea conductelor orizontale de canalizare prin rosturile de tasare - dilatare ale construcțiilor separate prin pereți.

În cazurile când aceasta nu se poate evita, se admite trecerea conductelor numai în subsoluri, luându-se măsuri pentru împiedicarea distrugerii conductelor ca urmare a tasărilor diferite ale construcțiilor, prevăzându-se goluri care vor fi mai mari decât diametrul exterior al conductelor cu 10...15 cm, conductele montându-se la partea inferioară a acestora.

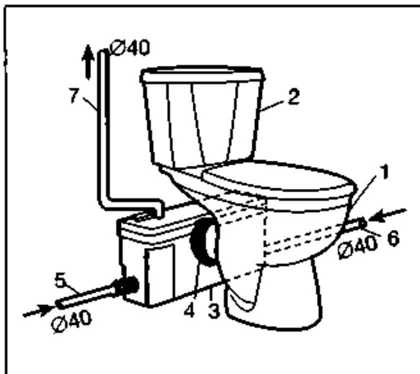


Fig. 3.3.6. Evacuarea apelor uzate cu micropropulsor (pompă de evacuare):
1 – closet racordat la pompa de evacuare; 2 – rezervorul cu apă al closetului; 3 – pompa de evacuare a apelor uzate (micropropulsor); 4 – racordul closetului la pompa de evacuare a apelor uzate; 5 – racord pentru apele uzate de la masina de spălat rufe; 6 – racord pentru apele uzate de la mașina de spălat vase; 7 - conductă de evacuare a apelor uzate de la pompa de evacuare.

La trecerea conductelor orizontale de canalizare prin elemente de construcții care au rol de siguranță la foc (pereți și planșee) se iau măsuri de protecție necesare (piese de trecere, de etanșare etc.), asigurându-se limita de rezistență la foc prevăzută prin norme.

• *Soluții tehnice speciale de canalizare a apelor uzate menajere.* Pentru utilizarea rațională a apei, în condiții igienico - sanitare și de confort sporit, au fost realizate aparate și dispozitive atașate obiectelor sanitare, care au îmbunătățit soluțiile tehnice tradiționale de evacuare a apelor uzate prin rețelele de canalizare.

Evacuarea apelor uzate de la mașinile de spălat vase sau de spălat rufe se poate realiza cu pompe cu debite de circa 50 l/min (fig. 3.3.6) care asigură refularea apei uzate, în coloană, printr-o conductă cu diametrul de 40 mm, la o distanță de 40...50 m pe orizontală și 3,5...4 m pe verticală. Având dimensiuni de gabarit reduse, pompa poate fi amplasată în spatele vaselor de closet, sub spălătoarele de vase de bucătărie etc. Evacuarea apelor uzate menajere cu astfel de pompe conduce la schimbarea configurației și a soluțiilor constructive ale rețelei interioare de canalizare. Amplasarea coloanelor de canalizare nu mai este condiționată de amplasarea obiectelor sanitare, a mașinilor de spălat vase sau a mașinilor automate de spălat rufe. În plus, numărul de coloane de canalizare a apelor uzate menajere se poate reduce considerabil.

Evacuarea apelor uzate de la vasele de closet se poate asigura cu ajutorul unor micropulsoare (fig. 3.3.7) care formează un ansamblu compact, monobloc și multifuncțional. Micropulsorul aspiră în 3 secunde apa uzată (inclusiv fecale, hârtie etc., pe care le dezintegrează) și o refulează la presiunea de

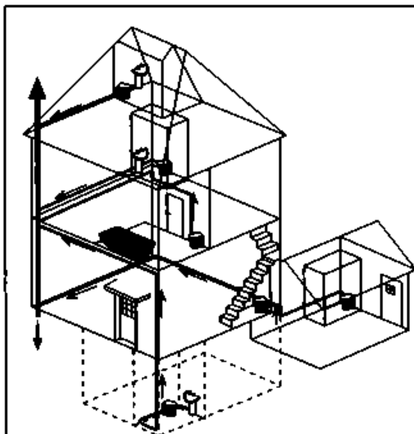


Fig. 3.3.7. Schema instalației de canalizare dintr-o clădire având closete echipate cu micropropulsor.

1 bar, într-o conductă racordată la coloana de canalizare. Această conductă poate avea lungimea de 40...50 m pe orizontală și de 4...6 m pe verticală. Consumul de apă pentru spălarea closetului este de 3,5 l pentru o utilizare, ceea ce conduce la o economie de cca 30 000 l apă, pe an, pentru o familie cu 4 persoane, comparativ cu consumul de apă pentru un closet standard.

3.3.1.2 Conducte de ventilare naturală a rețelei de canalizare a apelor uzate menajere

Ventilarea naturală a rețelei interioare de canalizare a apelor uzate menajere este necesară pentru asigurarea regimului de curgere a apei uzate cu suprafață liberă și pentru evacuarea gazelor nocive (rău mirositoare, toxice sau otrăvitoare) degajate din apa uzată și se realizează cu tiraj natural, ca urmare a diferenței de nivel pe înălțimea coloanei și a diferenței de densitate între gaze și aerul exterior. Tirajul este mărit prin acțiunea vântului în secțiunea de evacuare a gazelor din coloană, în atmosferă.

Conductele de ventilare a rețelei interioare de canalizare pot fi: *principale*, *secundare* sau *auxiliare* (*suplimentare*).

Conductele de ventilare principală (fig. 3.3.1) sunt prelungiri ale coloanelor de scurgere până deasupra acoperișului sau terasei, executate din conducte din același material ca și coloana. În secțiunea de ieșire a gazelor nocive în atmosferă se prevăd căciuli de protecție, pentru a împiedica pătrunderea apei, zăpezii etc., în interiorul rețelei. Ventilarea principală a coloanei de canalizare se realizează atunci când la o coloană sunt racordate un număr mai mic de 4 obiecte sanitare și cu conducte scurte de legătură.

Conductele de ventilare secundară (fig. 3.3.8) se prevăd în mod obligatoriu pentru:

- conductele orizontale care servesc minimum 4 puncte de evacuare a apei uzate și au un grad de umplere mai mare de 0,5, la o lungime mai mare de 10 m, măsurată de la coloana verticală până la ultima legătură a unui punct de evacuare a apei uzate;
- conductele orizontale la care sunt racordate cel puțin 4 closete.

Conductele de ventilare secundară a rețelei interioare de canalizare a apelor uzate menajere se pot realiza:

- cu coloana de ventilare separată până deasupra terasei sau acoperișului;
- prin racordarea la o altă coloană de ventilare vecină;
- prin racordarea la o coloană de evacuare a apelor uzate menajere prelungită cu conducta de ventilare principală.

Racordarea conductelor de ventilare secundară la coloanele de evacuare a apelor uzate menajere se face sub un unghi ascuțit, cu vârful în sensul curgerii, pentru a împiedica pătrunderea, în conducta de ventilare secundară, a apei uzate provenită de la unele obiecte sanitare situate deasupra acestei conducte.

În cazul racordării la aceeași coloană a unui număr de 4 obiecte sanitare amplasate la același nivel al clădirii, conducta de ventilare secundară poate fi eliminată, prin montarea, în punctul de racord la coloană, a unei piese speciale (fig. 3.3.9).

Conducta de ventilare auxiliară (*suplimentară*, fig. 3.3.10) se prevede la clădirile înalte, la care coloanele de curgere depășesc 45 m înălțime. Coloana de ventilare auxiliară dublează coloana de curgere a apei uzate menajere, pe toată înălțimea clădirii și se leagă la aceasta, cel puțin, o dată la 3-4 niveluri. Toate coloanele de ventilare auxiliară se prelungesc deasupra terasei sau acoperișului, cu maximum 0,50 m, cu conducte din fontă de scurgere și se prevăd cu căciuli de protecție.

Conductele de ventilare ale rețelei in-

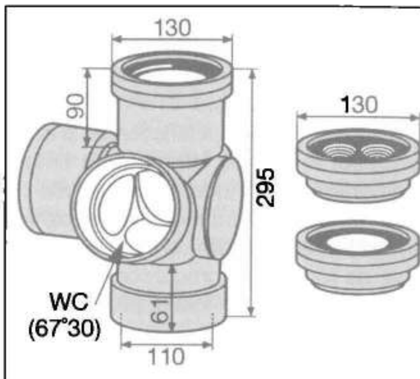


Fig. 3.3.9. Piesă specială de racord a obiectelor sanitare.

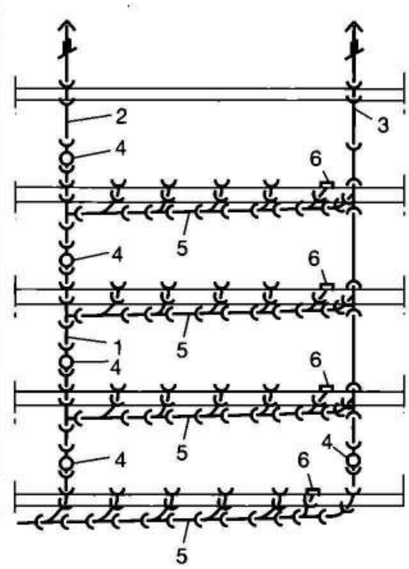


Fig. 3.3.10. Schema ventilării auxiliare a rețelei de canalizare:
1 - coloana de curgere; 2 - conductă principală de ventilare; 3 - conductă auxiliară de ventilare; 4 - piesa de curățire; 5 - conductă colectoare; 6 – cot cu capac pentru curățire.

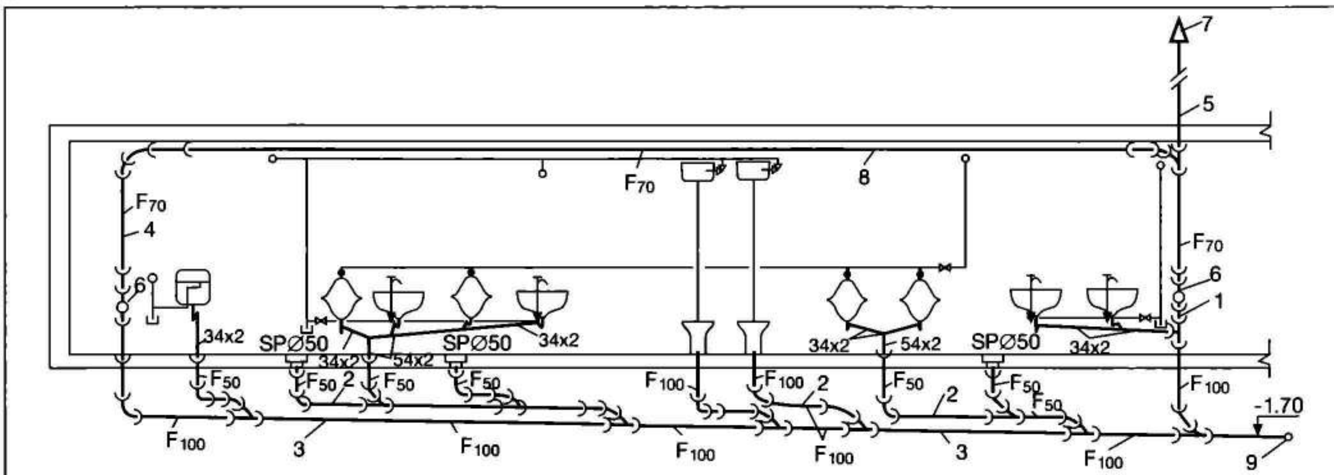


Fig. 3.3.8. Ventilarea secundară a instalației de canalizare:
1 - coloană de scurgere; 2 și 3 - conducte de legătură de la obiectele sanitare la coloană; 4 - coloană de ventilare secundară; 5 - conductă de ventilare principală; 6 - piesă de curățire; 7 - căciulă de protecție a conductei de ventilare; 8 - conductă de ventilare secundară; 9 - canalizare exterioară.

terioare de canalizare a apelor uzate menajere, care ies deasupra teraselor în vecinătatea ferestrelor sau a altor deschideri, legate de încăperi cu utilizare curentă, se prelungesc deasupra acestor deschideri cu o înălțime de 0,50...1,50 m.

Pentru evacuarea gazelor rău mirositoare din încăperile de W.C. lipsite de ventilare naturală sau mecanică se utilizează aeratoare cu care se dotează echipamentele sanitare. Rezervorul de apă pentru spălarea closetului este dotat cu un ventilator care aspiră gazele nocive și le refulează fie direct în atmosferă, printr-o conductă de evacuare, fie, mai întâi, printr-un filtru cu cărbune activ, care reține mirosurile, și apoi gazele refulează în exterior (fig. 3.3.11). Acționarea motorului electric al ventilatorului se face manual prin întrerupătorul lămpii electrice de iluminat cu care este cuplat. Durata unui ciclu de funcționare a ventilatorului este reglabilă de la 3 la 15 min.

3.3.1.3 Racordarea instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate la rețeaua exterioară de canalizare

Instalațiile interioare de canalizare a apelor uzate menajere se racordează la rețeaua exterioară de canalizare prin intermediul căminelor de racord, numite cămine de vizitare.

În terenurile normale căminele de racord se amplasează, față de clădire, la distanța minimă de 2 m și maximă de 10 m. În terenurile sensibile la umezire, căminele de racord se amplasează ținând seama de prevederile „Normativului pentru proiectarea și executarea construcțiilor fundate pe terenuri sensibile la umezire", P 7.

Racordarea conductei principale de canalizare interioară a apelor uzate menajere la căminul exterior trebuie realizată astfel încât cota minimă de amplasare a punctelor de consum al apei să fie deasupra nivelului maxim N_{max} al apei din canalizarea exterioară (fig. 3.3.1) deoarece, în caz contrar, apare pericolul refulării apei din rețeaua exterioară de canalizare prin obiectele sanitare, în interiorul clădirii, provocând inundarea acesteia. Această situație poate să apară și în timpul unor ploi de intensitate foarte mare (chiar dacă sunt de scurtă durată), când rețeaua exterioară de canalizare intră în regim de curgere sub presiune.

Pentru a evita acest pericol se pot adopta diferite soluții tehnice, în funcție de particularitățile construcției respective.

O soluție este de a amplasa obiectele sanitare din subsol astfel încât cota N_1 a capacului sifonului de pardoseală să fie deasupra nivelului maxim al apei din căminul exterior sau de la nivelul trotuarului (fig. 3.3.12). Racordarea acestor obiecte sanitare se face printr-o conductă de evacuare legată la conducta de racord la canalizarea exterioară.

Dacă soluția propusă mai sus nu poate fi realizată din motive de ordin constructiv, se poate separa instalația de canalizare a obiectelor sanitare situate sub nivelul terenului (fig. 3.3.13) de instalația de

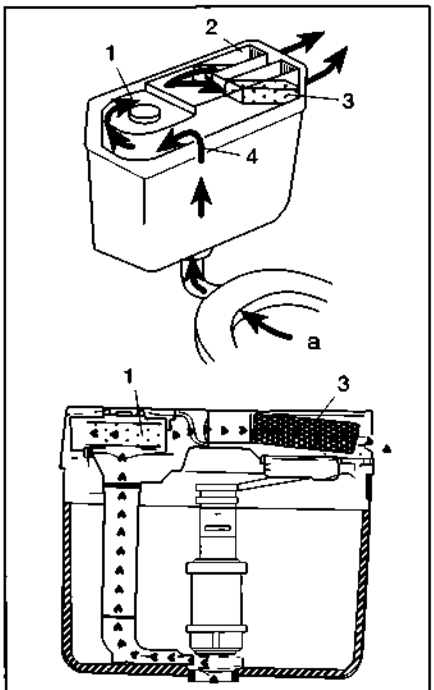


Fig. 3.3.11. Closet echipat cu aerator pentru evacuarea gazelor rău mirositoare:
a - evacuare directă; b - evacuare prin filtru cu cărbune activ;
1 - ventilator; 2 - evacuare directă; 3 - filtru cu cărbune activ; 4 - intrare aer proaspăt.

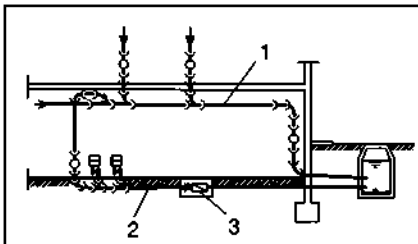


Fig. 3.3.13. Separarea canalizării obiectelor sanitare sub nivelul terenului folosind dispozitive contra refulării:
1 - conductă orizontală de canalizare; 2 - conductă de canalizare a obiectelor sanitare amplasate sub nivelul apei din căminul exterior; 3 - închizător cu sertar contra refulării apei uzate.

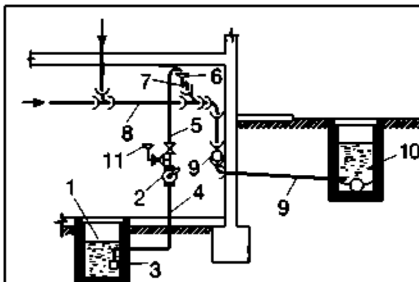


Fig. 3.3.14. Instalație pentru evacuarea apei din subsoluri cu pompa de mână:
1 - recipient în pardoseala subsolului pentru colectarea apelor uzate; 2 - pompă de mână; 3 - sorb; 4 - conductă de aspirație; 5 - conductă de refulare; 6 - pâlnie; 7 - sifon cu gardă hidraulică; 8 - conductă orizontală de canalizare; 9 - conducta de racord a instalației interioare la căminul exterior de canalizare; 10 - cămin de racord; 11 - pâlnie pentru amorsarea cu apă a pompei de mână.

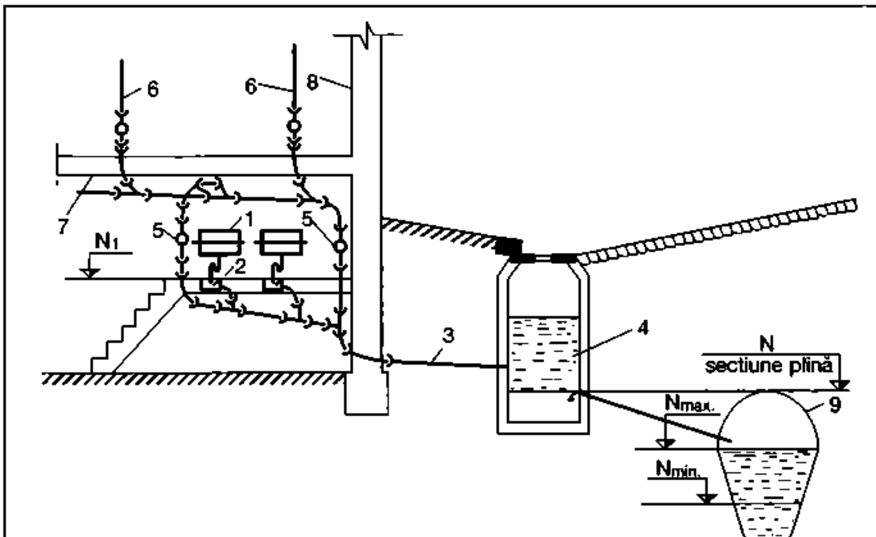


Fig. 3.3.12. Canalizarea obiectelor sanitare amplasate în subsol, prin conductă legată la conducta de racord la canalizarea exterioară:
1 - obiect sanitar (chiuvetă); 2 - sifon de pardoseală; 3 - conductă de racord la canalizarea exterioară; 4 - cămin de racord; 5 - piesă de curățire; 6 - coloană de curgere; 7 - planșeu; 8 - zid exterior; 9 - canal colector (conductă publică sau orășenească de canalizare).

canalizare pentru restul clădirii; pe conducta de evacuare se montează un dispozitiv cu clapetă de reținere, numit închizător cu sertar contra refulării care asigură curgerea apei numai într-un singur sens (de la interior spre exterior).

Închizătorul cu sertar contra refulării apei se montează într-un cămin, pentru ca, în timpul exploatării, să poată fi curățat de suspensiile depuse prin sedimentare, și care ar putea bloca clapeta anulând astfel efectul pentru care a fost montată în instalație.

Apele uzate, fără suspensii, din subsolul clădirii, pot fi colectate într-un recipient (fig. 3.3.14) și evacuate cu o pompă manuală cu clape (tip Allweiler), dacă sunt debite mici, sau cu o pompă centrifugă, dacă sunt debite mari, acționată automat în funcție de nivelul apei din recipient, cu ajutorul unui plutitor.

Pompa manuală cu clape trebuie amorsată (umplută cu apă) înainte de a fi pusă în funcțiune. Ea aspiră apa din recipient, prin intermediul unui sorb și al conductei de aspirație, și o refulează, printr-o conductă, într-o pâlnie prevăzută cu sifon cu gardă hidraulică, în conducta orizontală de canalizare, de unde, prin conducta de racord, este evacuată în căminul exterior de canalizare. Nu este indicată racordarea directă a conductei de refulare a pompei la conducta orizontală de canalizare, deoarece poate apărea pericolul refulării apei uzate prin pompă și recipient, producând inundarea clădirii.

La ieșirea în exterior a conductelor de canalizare din clădiri se adaugă adâncimea minimă de protecție contra înghețului (conf. STAS 6054), măsurată la nivelul finit (după amenajare) al terenului, până la generatoarea superioară a conductelor, care este cuprinsă între 0,7 și 1,1 m. Dacă pozarea în aceste condiții nu este posibilă se iau măsuri speciale contra înghețului.

3.3.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate menajere

3.3.2.1 Țevi, tuburi și piese de legătură pentru canalizări

La realizarea instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate menajere, se recomandă utilizarea următoarelor țevi și tuburi:

- pentru racordarea obiectelor sanitare la instalația de canalizare: tuburi din fontă de scurgere, țevi și tuburi din polipropilenă (PP), din polietilenă (PE) sau din policlorură de vinil (PVC) și tuburi flexibile din metal sau mase plastice;
- pentru coloane și conducte orizontale (colectoare) de canalizare: tuburi din fontă de scurgere, PP, PE sau PVC.

În cazul clădirilor de locuit, la care coloanele se execută din PP, PE sau PVC, se recomandă ca la baza coloanelor să se utilizeze curbe din fontă sau din mase plastice, cu pereți îngroșați, ancorate de elementele de construcții.

Tuburile și piesele de legătură din fontă utilizate în mod curent pentru canalizări sunt:

- tuburi din fontă STAS 1515/2 (fig. 3.3.15 a) și respectiv „seria M", STAS 9392 (fig. 3.3.15 b) cu diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm. Acestea sunt prevăzute cu mufă la un capăt și se pot îmbina prin ștemuire sau cu garnituri din cauciuc;
- mufe duble din fontă pentru canalizări, STAS 1515/3 (fig. 3.3.15 c) având diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150, și 200 mm;
- coturi, STAS 1694 (fig. 3.3.15 d) folosite pentru schimbarea direcției conductelor de canalizare; se fabrică cu unghiuri α între axe de 30, 45, 70, 80 și 90° și diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm;
- reducții din fontă pentru canalizări, STAS 1515/4, (fig. 3.3.15e) cu diametre nominale: 50x75, 50x100, 75x100, 100x125, 100x150, 125x150, 125x200 și 150x200 mm;
- curbe de etaj, STAS 1694, (fig. 3.3.15 f), folosite pentru devierea conductei de scurgere, când trebuie să se ocolească anumite elemente de construcții; se fabrică cu distanța între axe de 65, 130 și 200 mm și cu diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm;
- ramificații simple cu mufă, STAS 1695, (fig. 3.3.15 g), care servesc pentru racordarea la conducta de canalizare a unui racord cu o înclinare de 45°, 67°30' sau 87°30'; ramificațiile se execută în două forme: egală - simbol E și inegală - simbol N. Diametrele nominale D, pentru ramura principală, sunt de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm iar pentru ramura secundară D_1, cu o dimensiune sau două mai mici decât D;
- tuburi din fontă, cu gură de curățire, STAS 1515/5 (fig. 3.3.15h), care se fabrică cu diametre nominale de 50, 75, 100, 125, 150 și 200 mm.

Țevile și piesele speciale pentru insta-

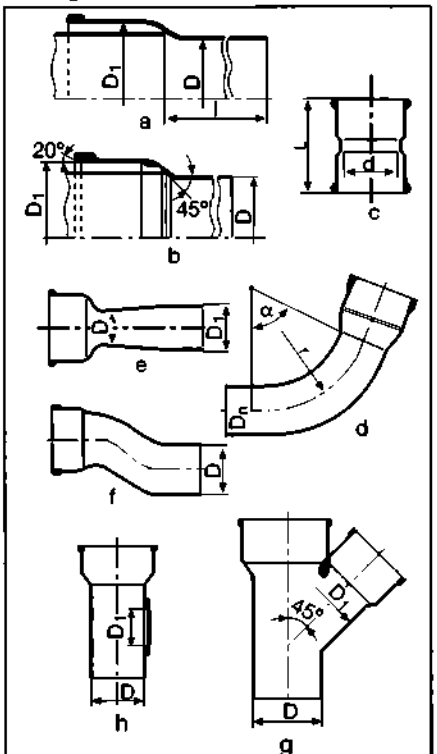


Fig. 3.3.15. Tuburi și piese de legătură din fontă de scurgere:
a - tub cu mufă dreaptă; b - tub cu mufă cu caneluri; c -mufă dublă; d - cot; e - reducție; f - curbă de etaj; g - ramificație inegală; h - piesă de curățire.

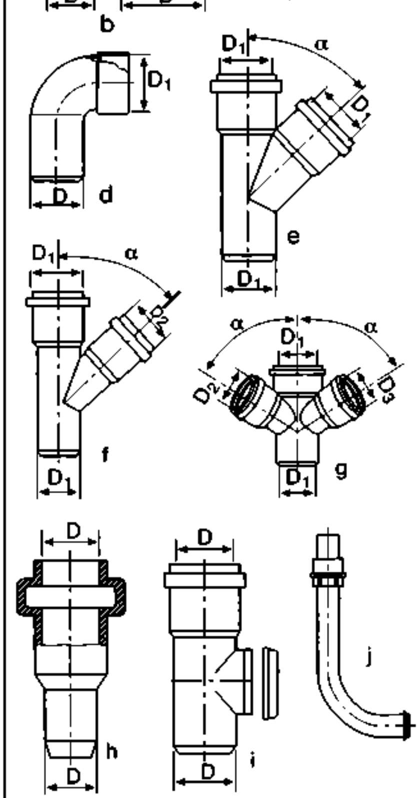


Fig. 3.3.16. Tuburi și piese de legătură din polipropilenă:
a - tub cu mufă; b - reducție excentrică; c - cot; d - curbă pentru racordarea obiectelor sanitare; e - ramificație egală; f - ramificație redusă; g - ramificație dublă în unghi α=67°30'; h - mufă pentru preluarea dilatării cu adâncime dublă; i - piesă de curățire; j - tub flexibil cu garnitură și racord la obiecte sanitare.

lațiile de canalizare, fabricate din *polipropilenă ignifugată*, prezintă următoarele caracteristici:
- mare stabilitate dimensională, care permite îmbinarea cu garnituri din elastomeri;
- rezistență bună la lovire;
- rezistență foarte bună la apa fierbinte provenită de la mașinile de spălat rufe sau vase (până la 95°C);
- structura de suprafață ușurează curgerea și împiedică depunerea și formarea de cruste;
- fenomenul de condensare pe conducte este neglijabil, datorită conductivității termice scăzute a polipropilenei;
- datorită materiei prime folosite, aceste produse practic nu dau semne de „îmbătrânire" (durată de utilizare de 50 de ani);
- conductele și piesele speciale sunt foarte ușoare datorită greutății specifice reduse;
- sunt extrem de rezistente la acțiunea detergenților și a produselor tensioactive;
- polipropilena nu este atacată de marea majoritate a acizilor și bazelor minerale, chiar la concentrații ridicate și temperaturi ce nu depășesc 95° C;
- garniturile de etanșare sunt deja montate în mufe; materialul special construit pentru etanșare conferă acestor garnituri o durată de viață egală cu cea a conductelor;
- montarea rapidă și economică nu necesită folosirea adezivilor, care sunt scumpi și deseori emană vapori toxici;
- întreținerea este ușoară;
- reparațiile și extinderile ulterioare ale instalației de canalizare se pot face fără nici o problemă;
- modul de îmbinare permite asamblarea simplă și rapidă cu conducte din materiale diferite: fontă, PVC, polietilenă sau țevi metalice.

Tuburile din polipropilenă (PP) pentru canalizare se fabrică fără mufe, cu o mufă la un capăt sau cu mufe la ambele capete (fig. 3.3.16 a), cu diametre nominale de 32, 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și cu lungimi cuprinse între150 și 5000 mm.

Piesele speciale de legătură din polipropilenă pentru canalizare se fabrică într-o gamă largă de tipo - dimensiuni, dintre care, în figura 3.3.16 se exemplifică:
- reducții excentrice (fig. 3.3.16 b), cu diametre D de 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și D_1 cu una sau două dimensiuni mai mici decât D;
- coturi (fig 3.3.16 c) cu diametre D de 32, 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și unghiuri α de 15°, 30°, 45°, 67°30',80° și 87°30';
- curbe tehnice sau garnituri pentru racordarea obiectelor sanitare (fig. 3.3.16 d), cu diametru D de 32, 40, și 50 mm și D_1 de 46, 53.5 și 60 mm;
- ramificație egală (fig. 3.3.16 e) cu diametre D_1 de 32, 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și unghiuri α de 45°, 67°30' și 87°30';
- ramificații reduse (fig. 3.3.16 f) cu diametre D_1 de 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm și D_2 cu una sau două dimensiuni mai mici decât D_1 și unghiuri α de 45°, 67°30' și 87°30';
- ramificații duble în unghi α de 67°30' (fig. 3.3.16 g) cu diametre $D_1/D_2/D_3$ de 110/110/110, 110/50/110, 110/110/50 și 110/50/50;
- mufă cu adâncime dublă (fig. 3.3.16 h) cu diametre D de 40, 50, 75, 110 și 125 mm;
- piesă de curățire (fig. 3.3.16 i), cu diametre D de 50, 75, 110, 125 și 160 mm;
- tub flexibil cu garnitură și racord la obiectele sanitare (fig. 3.3.16 j) cu diametre de 32 și 40 mm și lungimea de 500 mm.
- mufă dublă, pentru reparații, cu diametre D de 75, 110, 125 și 160 mm.

Tuburile și piesele de legătură (fitinguri) din *polietilenă* (PE) (fig. duc într-o mare varietate de sortimente și dimensiuni. Pe lângă tipurile uzuale de fitinguri: coturi (fig. 3.3.17 b), ramificații egale (fig. 3.3.17 c) sau inegale (fig. 3.3.17 d), numeroase firme din Franța, Italia, Germania etc. produc piese speciale din polietilenă, prevăzute cu 5 sau 6 racorduri (fig. 3.3.17 e), cu unghiuri de racordare diferite (90, 135° etc.) mărind posibilitățile de montare a conductelor rețelei de canalizare. În același scop se produc ramificații multiple (fig. 3.3.17 f). Pentru preluarea dilatării conductelor de diferite diametre, se produc compensatoare de dilatare (fig. 3.3.17 g).

Tuburile și fitingurile din PE se îmbină prin sudură tip electrofuziune (cu fitinguri de electrofuziune pentru canalizare) care elimină apariția cordonului de sudură la interior (de la sudura cap la cap sau de la polifuziune).

Țevile și tuburile din policlorură de vinil, neplastifiată, tip PVC, STAS 6675/2 sunt folosite pentru evacuarea apelor de canalizare necorosive față de PVC și se execută în două variante constructive: simple și mufate, cu diametre nominale uzuale de 32, 40, 50, 75, 110, 125 și 160 mm. Fitingurile din PVC (coturi, teuri, reducții, mufe, ramificații etc.) sunt fabricate într-o largă gamă tipo - dimensională ca și cele similare executate din polipropilenă.

Îmbinarea între țevile și fitingurile din PVC pentru canalizare, în vederea etanșeizării instalației, se poate realiza prin lipire cu adezivi sau cu garnituri de cauciuc montate în mufa țevii sau fitingurilor.

HDPE reprezintă soluția completă pentru toate tipurile de drenaj, fie subteran, fie suprateran. Polietilena în sine este un material mult mai rezistent decât PVC-ul (la șoc, la deformații cauzate de diferența de temperatură).

Geberit International produce gama completă Geberit HDPE (fig. 3.3.17 A).

Conductele Geberit HDPE sunt tratate termic după producție (detensionare prin inserție în apă fierbinte), ceea ce duce

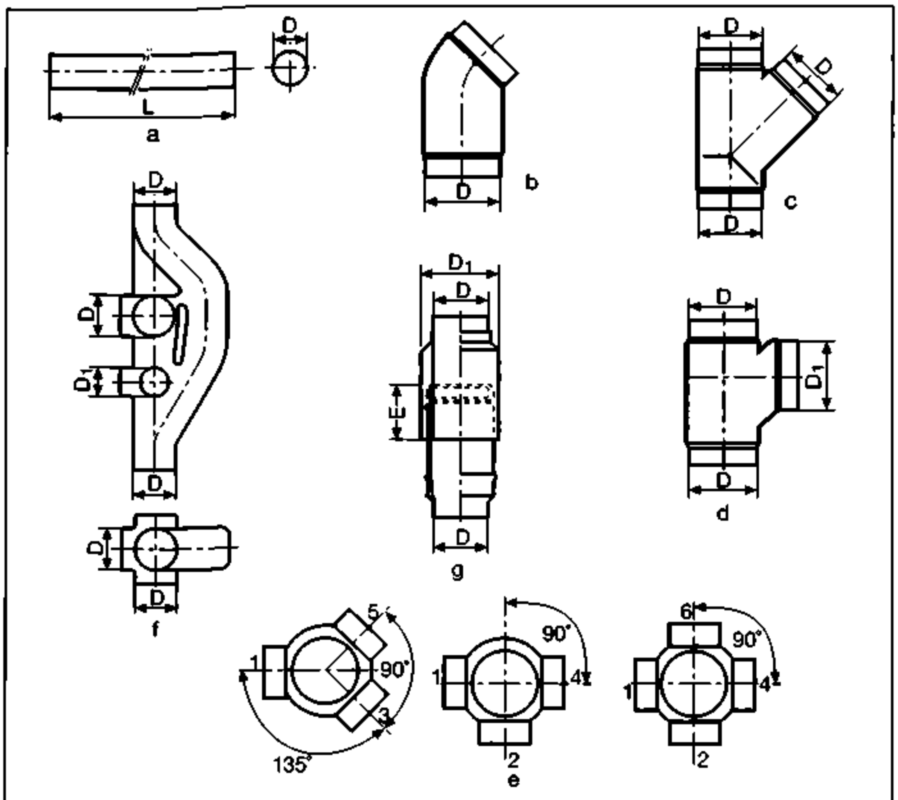


Fig. 3.3.17. Tuburi și piese de legătură din polietilenă:
a - tub drept; b - cot; c - ramificație egală; d - ramificație redusă; e - piese speciale cu 5 sau 6 racorduri; f - ramificație multiplă; g - compensator de dilatare.

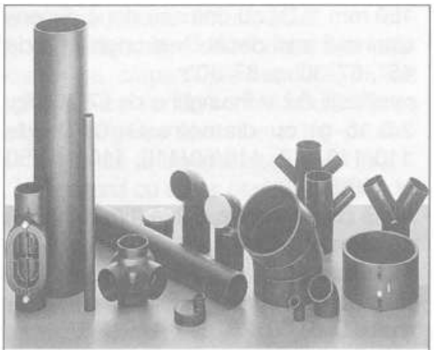


Fig. 3.3.17.A. Gama completă Geberit HDPE.

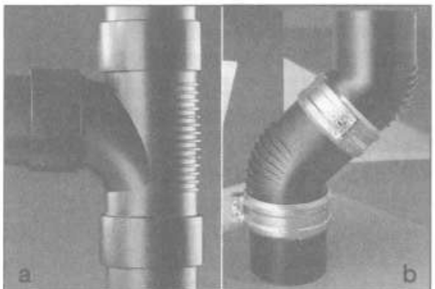


Fig. 3.3.17.B. Sistemul Geberit Silent 20dB

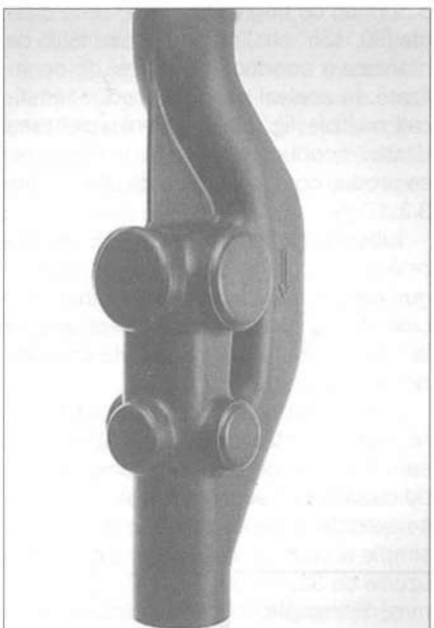


Fig. 3.3.17.C. Sistemul Geberit Sovent.

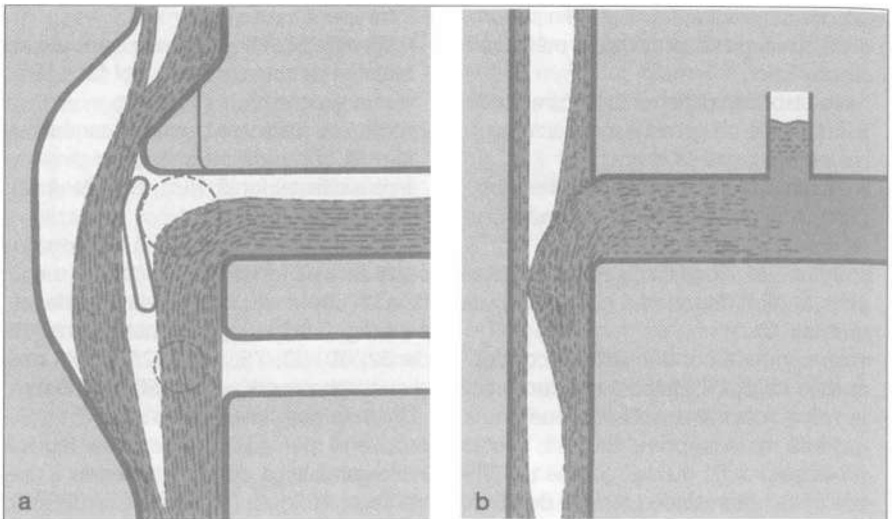


Fig. 3.3.17.D.
a - Geberit Sovent - schemă de funcționare; b - sistem convențional de scurgere

la dilatări mult mai mici în instalație. Conductele și fitingurile sunt disponibile într-o gamă foarte variată de dimensiuni și cu posibilități multiple de îmbinare. Diametrele disponibile sunt de la 32 mm până la 315 mm, iar posibilitățile de îmbinare sunt sudura cap la cap, electrofuziunea, îmbinarea cu o-ring, cu mufă de expansiune filetată și cu flanșă. Geberit HDPE este ideală pentru prefabricare prin intermediul sudurii cap la cap (cea mai ieftină variantă de conexiune). Durata garantată de viață a acestui material este de 50 de ani.

Geberit Silent 20dB este sistemul de scurgere silențios pentru imobile de locuit (fig. 3.3.17.B). Conducta Geberit Silent este concepută dintr-un material nou, numit PE-S2, având un perete mai gros, precum și nervuri care reduc emisia zgomotului, are coliere de fixare speciale și se poate folosi combinat cu Geberit HDPE. Materialul care compune această conductă are o inserție de sulfat de bariu în proporție de 20%, care o face să aibe o masă mai mare (insonorizare ridicată), este reciclabil și rezistent la UV. Gama de diametre disponibilă este de 56, 63, 75, 90, 110, 135 respectiv 160 mm. Însoțită de izolația fonoabsorbantă și rezistentă la foc, special creată de Geberit pentru această țeavă, se poate ajunge la performanțe de 20dB la interiorul camerei (echivalentul unui foșnet de pădure).

Geberit Sovent reprezintă sistemul de drenaj inovativ folosit încă din anul 1970, fiind pretabil în general la clădirile înalte (fig. 3.3.17.C). Geberit Sovent se folosește în canalizarea menajeră a clădirilor și permite îmbunătățirea performanțelor coloanei de 110 mm față de sistemul convențional.

Principala menire a fitingului este de a prelua variațiile de presiune din coloana de canalizare, evitând astfel dispariția gărzii hidraulice de la sifoanele obiectelor sanitare și împiedicând propagarea mirosurilor dinspre sistemul de canalizare (fig.3.3.17.D). Obiectele sanitare se vor cupla la coloană direct în Sovent, fără a mai fi necesară folosirea altor fitinguri de legătură la coloană (racorduri Y, coturi 45°).

Folosirea fitingului Geberit Sovent aduce următoarele avantaje economice:

- o coloană cu un diametru mai mic (prin creșterea capacității de drenaj a coloanei de 110 mm de la 4,55 l/s la 8,7 l/s);
- lipsa necesității de ventilare suplimentară a coloanei de canalizare.

3.3.2.2 Ventile de scurgere pentru obiecte sanitare

Ventilele de scurgere ale obiectelor sanitare (fig. 3.3.18) îndeplinesc următoarele funcțiuni: protejează marginile orificiului de scurgere; asigură, la nevoie, închiderea orificiului cu un dop de plastic; face legătura cu preaplinul și permite racordarea obiectului sanitar cu sifonul.

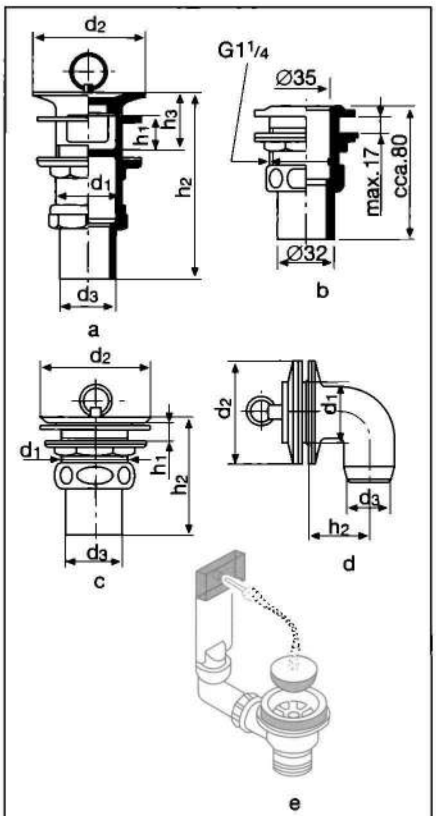


Fig. 3.3.18. Ventile de scurgere pentru obiectele sanitare:
a - pentru lavoare și spălătoare; b - pentru rezervoare de closet; c - pentru căzi de baie; d - ventil de preaplin pentru căzi de baie; e - ventil de scurgere cu preaplin.

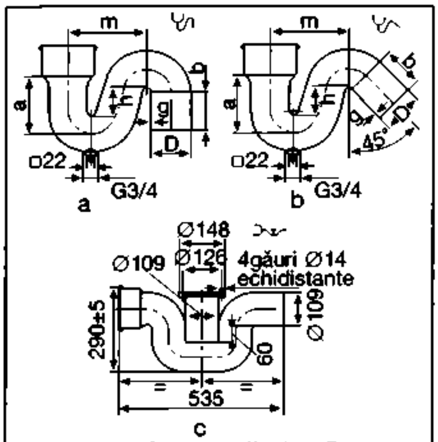


Fig. 3.3.19. Sifoane din fontă pentru canalizări, în variantele:
a - tip S; b - tip P; c - tip U.

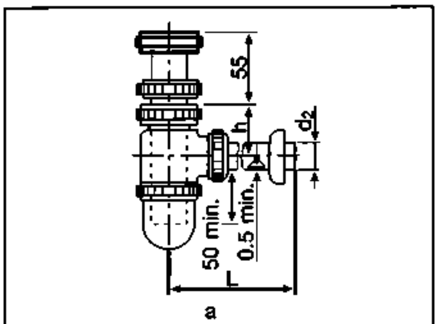


Fig. 3.3.20. Sifon din alamă, tip butelie pentru uz general.

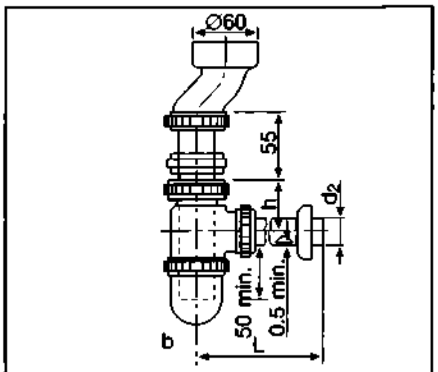


Fig. 3.3.21. Sifon din alamă, tip butelie pentru pisoar.

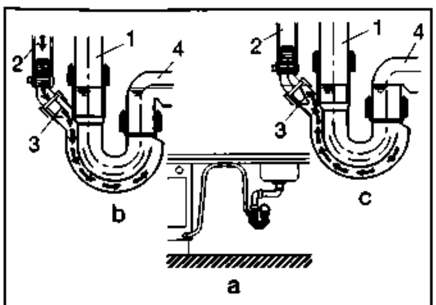


Fig. 3.3.24. Sifon pentru spălător de bucătărie și mașină de spălat vase, echipat cu clapetă contra refulării:
a - ansamblu; b - poziția deschis; c - poziția închis;
1 - racord spălător; 2 - racord mașină de spălat vase; 3 - clapetă contra refulării; 4 - racord evacuare.

3.3.2.3 Sifoane pentru obiecte sanitare, mașini de spălat vase și mașini de spălat rufe

Sifoanele obiectelor sanitare se montează sub ventilul de scurgere și sunt astfel construite încât să rețină, permanent, un strat de apă de circa 60 mm înălțime, numit gardă hidraulică, ce are rolul de a împiedica pătrunderea gazelor nocive din rețeaua de canalizare în încăperi.

Principalele materiale din care se execută sifoanele pentru obiecte sanitare și mașini de spălat rufe sau vase sunt: fontă, alamă, plumb, PVC, polipropilenă sau polietilenă.

Sifoanele din fontă pentru canalizări, STAS 1515/6 (fig. 3.3.19, tabelul 3.3.2) se execută în trei variante: tip S, tip P și tip U.

Sifoanele din alamă, tip butelie (fig. 3.3.20 și 3.3.21, tabel 3.3.3) se execută cu suprafețele exterioare șlefuite și cromate și se montează cu un ventil de scurgere (simplu sau reglabil) fără racord.

Sifoanele din PVC (fig. 3.3.22, tabelele 3.3.4, 3.3.5 și 3.3.6) se execută cu cap de racordare la conductă din PVC.

Sifoanele din polipropilenă (fig. 3.3.23) sau polietilenă pot fi : pentru spălător de bucătărie, cu racord pentru mașina de spălat vase (fig. 3.3.23 a) sau special construit pentru mașini de spălat vase sau rufe, în varianta de montare aparentă (fig. 3.3.23 b) sau îngropată (fig. 3.3.23 c).

Sifonul pentru spălătorul de bucătărie, prevăzut cu racord la mașina de spălat vase, echipat cu clapetă contra refulării apei uzate (fig. 3.3.24), elimină aspirația gărzii hidraulice datorită vidului format la oprirea pompei de evacuare a apei din mașină.

3.3.2.4 Sifoane de pardoseală

Servesc pentru colectarea și evacuarea apei de pe suprafețele pardoselilor din:
- camere de baie (în clădiri de locuințe și alte categorii de clădiri cu camere de baie);
- camere cu dușuri;
- încăperi pentru pisoare;
- încăperi în care se montează fântâni de băut apă;
- în dreptul punctelor de scurgere în încăperi prevăzute cu mașini de spălat rufe, cazane de fiert rufe, marmite și alte echipamente cu posibilități de evacuare directă a volumului suplimentar de apă;
- încăperi în care există posibilitatea spălării sau stropirii pardoselii (spălătorii de rufe, de vase, veselă, legume, centre de sifoane etc.);
- magazine cu profil alimentar, având suprafața în care se desfășoară operațiuni de vânzare de peste 100 m^2

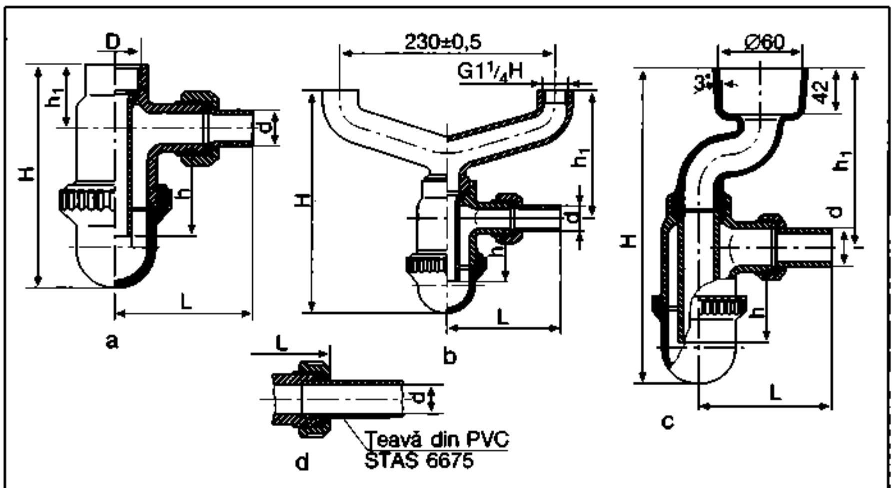


Fig. 3.3.22. Sifoane executate din PVC, cu cap de racordare:
a - tip 1; b - tip 2; c - tip 3; d - detaliu cap de racordare la țeavă.

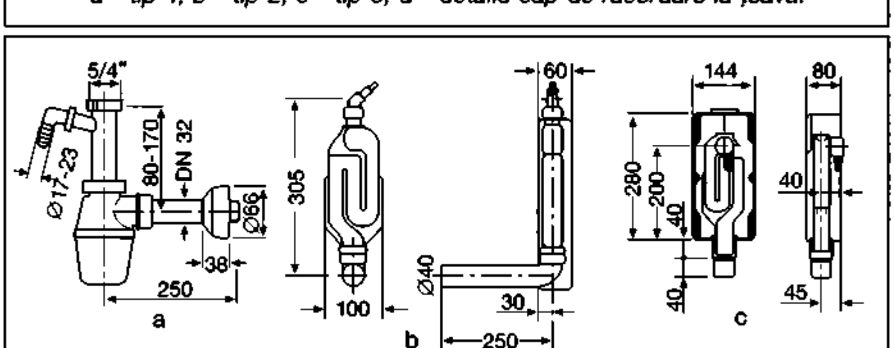


Fig. 3.3.23. Sifoane din polipropilenă:
a - pentru spălător de bucătărie, cu racord pentru mașina de spălat vase; b - pentru mașina de spălat rufe sau vase (montare aparentă); c - pentru mașina de spălat rufe sau vase (montare îngropată).

(pește, carne, legume, fructe, lactate etc.);
- spălătorii și camere de gunoi ale clădirilor de locuit;
- curți de lumină având o suprafață sub 8 m²;
- exteriorul camerelor frigorifice, în apropierea ușii;
- grupuri sanitare de folosință comună.

Sifoanele de pardoseală sunt astfel construite încât să rețină în corpul lor, ca și sifoanele obiectelor sanitare, o gardă hidraulică. Pentru menținerea acesteia se recomandă racordarea la sifoanele de pardoseală a conductei de scurgere a unui obiect sanitar cu utilizare frecventă.

Sifoanele de pardoseală se produc din fontă emailată, polipropilenă, polietilenă sau PVC într-o gamă variată de tipuri constructive.

Sifoanele de pardoseală din fontă emailată, STAS 3690, se fabrică în trei tipuri: tip I, sifoane simple cu ieșire verticală (fig. 3.3.25 a; tabel 3.3.7); tip II, sifoane combinate, cu ieșire verticală (fig. 3.3.25 b); tip III, sifoane combinate cu ieșire laterală (fig. 3.3.25 c).

Sifoanele de pardoseală, executate din polipropilenă sau polietilenă, sunt prevăzute cu dispozitive antispumă și pot avea unul sau mai multe racorduri de intrare a apelor uzate, iar racordul de ieșire poate fi orizontal, vertical sau înclinat sub un anumit unghi, după cum este necesar.

Unele tipuri de sifoane de pardoseală sunt prevăzute în secțiunea de evacuare a apei uzate cu clapetă contra refulării (clapetă antiretur).

Sifoanele de plintă din PVC, STAS 8874 (fig. 3.3.26) se execută din policlorură de vinil neplastifiată și se montează la plinta camerelor de baie, având prevăzut și racord pentru evacuarea apei de la lavoar.

3.3.2.5 Închizătoare cu sertar contra refulării apei uzate

Închizătorul (fig. 3.3.27) este executat cu două organe de închidere: un sertar cu tijă și roată de manevră, acționat manual, și o valvă care funcționează sub acțiunea apei. Corpul închizătorului este prevăzut cu capac de vizitare și curățare fixat prin șuruburi.

Închizătoarele cu sertar contra refulării apei uzate se execută cu diametre nominale de 100, 125, 150 și 200 mm.

3.3.3. Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor uzate menajere

3.3.3.1 Debite specifice, echivalenți de debite și debite de calcul

Debitele specifice de ape uzate menajere $\dot{V}_s$ [l/s], respectiv cantitățile de apă, evacuate de la punctele de consum în unitatea de timp, variază în funcție de tipul obiectului sanitar și sunt date în tabelul 3.3.8.

Echivalentul de debit E_s se definește ca raportul între debitul specific $\dot{V}_s$ și un debit specific $\dot{V}_{su} = 0,33$ l/s ales convențional ca unitate de măsură:

$$E_s = \frac{\dot{V}_s}{\dot{V}_{su}} = \frac{\dot{V}_s}{0,33} \qquad (3.3.6)$$

Debitul de calcul pentru conductele de legătură ale obiectelor sanitare sau punctelor de evacuare la coloane este egal cu debitul specific indicat în tabelul 3.3.8.

Pentru celelalte conducte de canalizare a apelor uzate menajere, debitul de calcul $\dot{V}_c$ se calculează cu relația generală:

$$\dot{V}_c = \dot{V}_{cs} + \dot{V}_{smax} \quad \text{[l/s]} \qquad (3.3.7)$$

în care:

$\dot{V}_{cs}$ - este debitul de calcul corespunzător valorii sumei debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum, ce se evacuează în tronsonul de conductă de canalizare ce se dimensionează [l/s];

$\dot{V}_{smax}$ - debitul specific cu valoarea cea mai mare care se evacuează în tronsonul de conductă considerat [l/s].

Debitul de calcul pentru conductele de canalizare a clădirilor de locuit, corespunzător valorii sumei debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale altor puncte de utilizare a apei, $\dot{V}_{cs}$ se calculează cu relația:

$$\dot{V}_{cs} = \dot{V}_{mz} + y\sqrt{\dot{V}_{mz}} \quad \text{[l/s]} \qquad (3.3.8)$$

în care:

$\dot{V}_{mz}$ - este debitul mediu zilnic de apă care se evacuează în rețeaua de canalizare [l/s];

y - cuantila distribuției de repartiție normală.

Debitul mediu zilnic de apă, care se eva-

Tabelul 3.3.2. Sifoane din fontă pentru canalizare (STAS 1515/6)

Dn [mm]	D [mm]	a [mm]	b [mm]	h [mm]	m [mm]	g [mm]	Masa informativă [kg] varianta S	Masa informativă [kg] varianta P
50	57	92	70	40	110	3,5	2,4	2,3
75	83	120	80	60	160	3,5	5,4	5,2

Tabelul 3.3.3. Sifoane tip butelie, din alamă. Dimensiuni principale

Dn [mm]	Filet pentru piuliță [in]	L [mm]	d2 [mm]	h [mm]
25	G1	190	25	35
32	G1$^{1/4}$	230	32	40
40	G1$^{1/2}$	260	38	40
50	G2	260	48	45

Tabelul 3.3.4. Sifoane din PVC, cu cap de racordare filetat. Dimensiuni principale

Sifon Pentru	Dn [mm]	Filet d [inch]	L [mm]	H [mm]	h1 [mm]	d [mm]	h [mm]
Uzgeneral	25	1	55	143	39	32	50
și	32	1$^{1/4}$	70	154	42	40	50
pisoare	40	1$^{1/2}$	76	170	49	40	50

Tabelul 3.3.5. Sifoane din PVC, cu cap de racordare fără filet. Dimensiuni principale

Sifon Pentru	Dn [mm]	L [mm]	H [mm]	h1 [mm]	d [mm]	h [mm]
Uzgeneral	25	55	244	140	32	50
și pisoare	40	76	276	154	40	50

Tabelul 3.3.6. Sifoane din PVC, cu cap de racordare. Domeniu de utilizare.

Tipul sifonului	Fig. 3.3.22	Dn [mm]	Utilizarea obișnuită la
		25	Lavoare STAS 1540
1	a	32	Spălătoare simple STAS 2759
		40	Spălătoare cu suport pentru vase STAS 2759
			Chiuvete STAS 2758
2	b	40	Spălătoare duble de vase STAS 2759
3	c	25	Pisoare STAS 2383

Tabelul 3.3.7. Sifoane de pardoseală, din fontă simple, cu ieșire verticală tip I (STAS 3690).

d (mm)	d_1 [mm]	D [mm]	d_2 [mm]	a [mm]	h_2 [mm]	h [mm]	h1 [mm]	$g \pm 1,5$ [mm]	Masa informativă [kg]
50	56	160	127	50	110	10	55	3	5,50
100	108	245	206	55	116	12	70	3,5	12,50

cuează în rețeaua de canalizare, $\dot{V}_{mz}$ se calculează cu relația:

$$\dot{V}_{mz} = \frac{\sum n\dot{V}_s}{3600 n_{oz}} \cdot \frac{\dot{V}_{sz}}{\dot{V}_{sp}} \quad [\text{l/s}] \qquad (3.3.9)$$

sau

$$\dot{V}_{mz} = \frac{\sum n\dot{V}_s}{3600 n_{oz}} \cdot \frac{N_a\dot{V}_{sz}}{\dot{V}_{sa}} \quad [\text{l/s}] \qquad (3.3.10)$$

în care:

n - este numărul obiectelor sanitare sau al punctelor de consum de același fel, prin care apa se evacuează în rețeaua de canalizare;

$\dot{V}_s$ - debitul specific de apă al unui obiect sanitar sau al unui punct de consum [l/s], conform datelor din tabelul 3.3.8;

$\dot{V}_{sz}$ - necesarul specific de apă pentru 1 persoană, din clădirile de locuit [l/zi·pers], conform datelor din STAS 1478;

$\dot{V}_{sp}$ - debitul specific de apă care revine pentru 1 persoană, calculat cu relația:

$$\dot{V}_{sp} = \frac{\sum n\dot{V}_s}{N} \quad [\text{l/s·pers}] \qquad (3.3.11)$$

$\dot{V}_{sa}$ - debitul specific de apă care revine pentru 1 apartament calculat cu relația:

$$\dot{V}_{sa} = \frac{\sum n\dot{V}_s}{N_a} \quad [\text{l/s·ap.}] \qquad (3.3.12)$$

n_{oz} - este numărul de h pe zi de utilizare a apei, care pentru clădirile de locuit este de 19 h/zi;

N_a - numărul mediu de persoane pentru un apartament;

N - numărul de persoane pentru care s-a calculat $\Sigma n \cdot \dot{V}_s$.

Cuantila distribuției de repartiție normală are valori în funcție de gradul de asigurare a evacuării apelor uzate astfel încât să nu apară pericolul de refulare la obiectele sanitare sau sifoanele de pardoseală situate la nivelurile inferioare ale clădirii, astfel:

- pentru clădiri de locuit prevăzute cu instalații interioare de alimentare cu apă rece și cu apă caldă, preparată central sau cu încălzitoare instantanee cu gaz sau electrice, se aplică un grad de asigurare de 999 ‰, căruia îi corespunde $y = 3{,}09$.
- pentru clădiri de locuit prevăzute cu instalații interioare de alimentare cu apă rece și apă caldă preparată cu încălzitoare locale cu combustibil solid sau lichid, se aplică un grad de asigurare de 998 ‰, căruia îi corespunde $y = 2{,}88$.

Pentru clădirile de locuit, necesarul specific de apă cuprinde totalul de apă rece și de apă caldă, coloanele 1, 2 și 3 din tabelul 2.4.26.

Pentru clădirile de locuit, la un necesar specific de apă de 280 l/s pers. un număr mediu de 3 pers./ap. la un debit specific de scurgere de 2,31 l/s,ap. și la o durată de utilizare a apei de 19 h/zi, în locul relației 3.3.7 se poate aplica relația:

$$\dot{V}_{cs} = 0{,}132\sqrt{E} + 0{,}0018E \quad [\text{l/s}] \qquad (3.3.13)$$

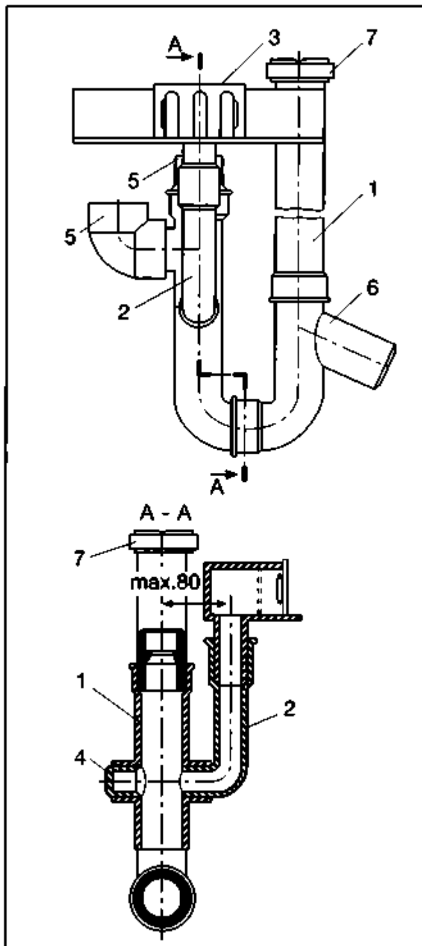


Fig. 3.3.26. Sifoane de plintă din PVC:
1 - corpul sifonului; 2 - piesă de racordare la plintă; 3 - grătar plintă; 4 - dop; 5 - ramură de colectare; 6 - ramură de evacuare la coloana de canalizare; 7 - capac de curățire.

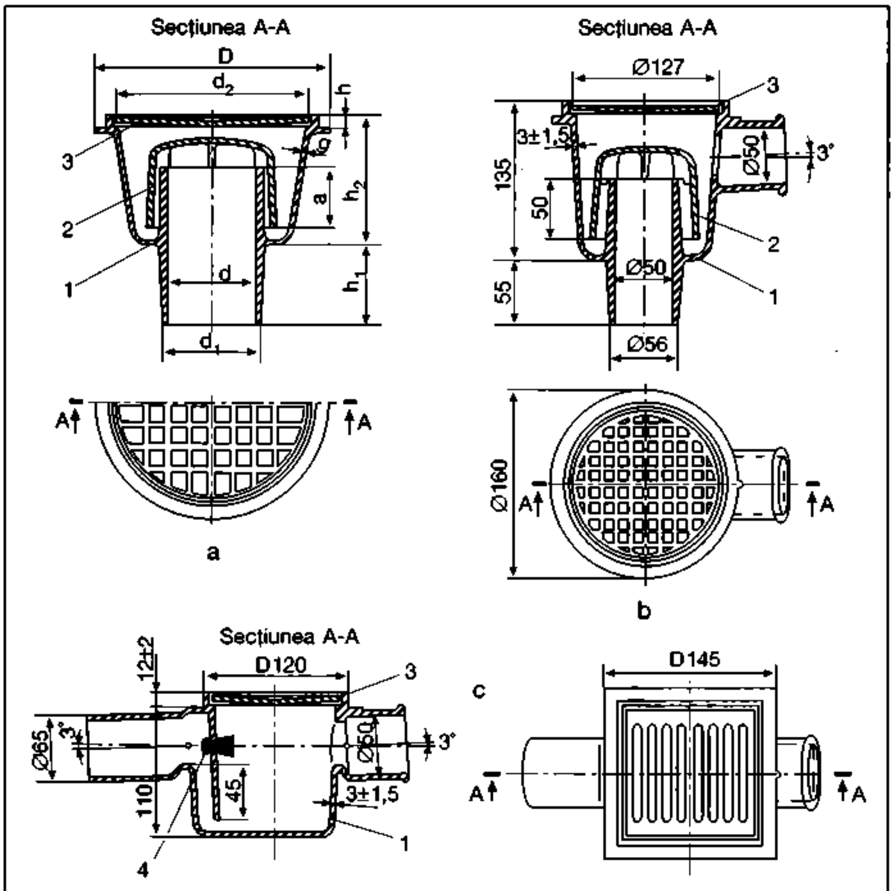


Fig. 3.3.25. Sifoane de pardoseală, din fontă emailată:
a - sifoane simple cu ieșire verticală, tip I; b - sifoane combinate cu ieșire verticală, tip II; c - sifoane combinate cu ieșire laterală, tip III;
1 - corpul sifonului; 2 - clopot; 3 - grătar; 4 - dop din cauciuc.

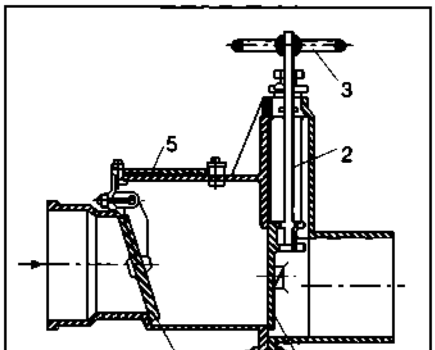


Fig. 3.3.27. Închizător cu sertar contra refulării:
1 - sertar; 2 - tijă; 3 - roată de manevră; 4 - valvă; 5 - capac.

în care:

E - este suma echivalenților de debit pentru scurgere, conform datelor din tabelul 3.3.8.

Debitele de calcul pentru curgere în rețeaua de canalizare, la clădirile de locuit, în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament, suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum al apei sau în funcție de suma echivalenților de debit, sunt date în tabelul 3.3.9, anexa I.3.3.

În tabelul 3.3.9. necesarul specific de apă s-a considerat de 280 și 210 l/zi·pers., suma debitelor specifice de curgere pe apartament de 3,16 l/s·ap (1 baie 0,66 l/s; 1spălător simplu 0,33 l/s; 1 lavoar 0,17 l/s; 1 rezervor spălare pentru closet amplasat pe vas 2,0 l/s, în total 3,16 l/s·ap), numărul de ore de funcționare de 19 h/zi, y= 3,08 corespunzător gradului de asigurare de 999 % și numărul de persoane de la 1,5 la 4 pe apartament.

În Anexa I.3.3. sunt date tabelele de calcul 3.3.10 – 3.3.14 pentru debitele de calcul pentru curgere în rețeaua de canalizare, pentru un număr de ore de funcționare de 19 h/zi, pentru un număr de persoane de la 1,5 la 4 pe apartament în funcție de necesarul specific de apă, suma debitelor specifice și gradului de asigurare după cum urmează:

- tabelul nr. 3.3.10. pentru necesarul specific de apă de 280 și 210 l/zi·pers, suma debitelor specifice de curgere de 2,31 l/s·ap. și gradul de asigurare y=3,08;
- tabelul nr. 3.3.11. pentru necesarul specific de apă de 140 și 120 l/zi·pers, suma debitelor specifice de curgere de 2,31 l/s·ap. și gradul de asigurare y=3,08;
- tabelul nr. 3.3.12. pentru necesarul specific de apă de 140 și 120 l/zi·pers, suma debitelor specifice de curgere de 3,16 l/s·ap. și gradul de asigurare y=3,08;
- tabelul nr. 3.3.13. pentru necesarul specific de apă de 140 și 120 l/zi·pers, suma debitelor specifice de curgere de 2,31 l/s·ap. și gradul de asigurare y=2,88;
- tabelul nr. 3.3.14. pentru necesarul specific de apă de 100 și 80 l/zi·pers, suma debitelor specifice de curgere de 2,31 l/s·ap. și gradul de asigurare y=2,88.

Debitele de calcul pentru dimensionarea conductele de canalizare ale diferitelor categorii de clădiri, corespunzătoare valorii sumei debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale altor puncte de utilizare a apei, $\dot{V}_{cs}$ se calculează cu relațiile din tabelul 3.3.15 a.

Pentru aceste categorii de clădiri, la valori ale lui $\Sigma n\dot{V}_s$ sau ale lui E mai mici decât cele indicate în tabelul 3.3.15 a, pentru domeniul de aplicare a relației de calcul, se aplică relația: $\dot{V}_{cs} = \Sigma n\dot{V}_s$ sau $\dot{V}_{scs} = 0{,}33E$.

În tabelul 3.3.15 b, sunt date debitele de calcul pentru apă de curgere în rețeaua de canalizare la clădirile administrative și social-culturale în funcție de suma debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum al apei, cuprinsă între 0,10 și 4950 l/s și în funcție de suma echivalenților de debit, cuprinsă între 0,3 și 15 000 E.

3.3.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor uzate menajere

• ***Calculul hidraulic al conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane.***

Aceste conducte sunt cele mai expuse înfundării datorită impurităților din apa uzată. Din această cauză, diametrele și pantele minime de montare a conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane, sunt stabilite prin cercetări experimentale și au valorile redate în tabelul 3.3.8. Pantele minime de montare trebuie să asigure viteza minimă de autocurățire a conductei. Aplicând pentru coeficientul de rezistență hidraulică (Chézy) relația:

Tabelul 3.3.8. Debitele specifice de curgere pentru ape uzate menajere de la diferite obiecte sanitare sau puncte de consum q_s, echivalentul lor de debit E_s, diametrele și pantele de montare a conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane (STAS 1795)

Nr. crt.	Denumirea obictelor sanitare	Debit specific de curgere $\dot{V}_s$ [l/s]	Echivalentul de debit pentru curgere E_s	Diametrul nominal al conductei de legătură D_n [mm]	Panta de montare a conductei de legătură normală	minimă
1.	Chiuvetă	0,33	1,00	50	0,035	0,025
2.	Lavoar	0,17	0,50	30	0,035	0,025
3.	Pisoar cu spălare permanentă	0,05	0,15	30	0,035	0,025
4.	Pisoar cu spălare intermitentă	1,15	3,50	50	0,025	0,020
5.	Bideu	0,17	0,50	30	0,035	0,025
6.	Baie pentru picioare	0,33	1,00	30	0,035	0,025
7.	Albie de rufe	0,66	2,00	50	0,035	0,025
8.	Closet cu rezervor montat la înălțime	1,15	3,50	100	0,020	0,012
9.	Closet cu rezervor montat pe vas și la semiînălțime	2,00	6,00	100	0,020	0,012
10.	Cadă de baie	0,66	2,00	40	0,035	0,025
11.	Cadă de baie pentru copii	0,33	1,00	40	0,035	0,025
12.	Spălător simplu de vase	0,33	1,00	50	0,035	0,025
13.	Spălător dublu de vase	0,50	1,50	50	0,035	0,025
14.	Fântână pentru băut apă	0,08	0,25	30	0,035	0,025
15.	Spălător circular (pentru 1 loc)	0,17	0,50	50	0,035	0,025
16.	Scuipătoare cu spălare	0,17	0,50	40	0,030	0,020
17.	Sifon de pardoseală la:					
	- cazan de fiert rufe	0,66	2,00	75	0,035	0,025
	- duș sau cadă de duș	0,33	1,00	50	0,035	0,025
	- marmită	0,66	2,00	100	0,035	0,025
	- mașină de spălat farfurii	0,66	2,00	100	0,035	0,025
	- mașină de curățat zarzavat	0,66	2,00	100	0,035	0,025
	- mașină de spălat rufe pentru spălătorii industriale	3,00	9,00	100	0,035	0,025
18.	Mașină de spălat rufe	0,50	1,50	75	0,035	0,025
19.	Mașină de spălat vase	0,66	2,00	100	0,035	0,025

$$C = \frac{1}{k} \cdot R^y \qquad (3.3.14)$$

unde:

$$y = 2,5\sqrt{k} - 0,75\sqrt{R}\left(\sqrt{k} - 0,1\right) - 0,13 \qquad (3.3.15)$$

în care:

k - este coeficientul de rugozitate al suprafeței interioare a peretelui conductei

R - raza hidraulică.

Se poate verifica viteza minimă de autocurățire a conductei, calculată cu relația 3.3.3 și cu datele din tabelul 3.3.8. O creștere a coeficientului de rugozitate k cu numai 0,001 determină mărirea pantei conductei cu 20 %.

• ***Calculul hidraulic al coloanelor de canalizare a apelor uzate menajere.*** Diametrele coloanelor se determină din condiții constructive și hidraulice.

Condiția constructivă permite alegerea preliminară a diametrului coloanei care trebuie să fie cel puțin egal cu cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură la obiectele sanitare sau grupuri de obiecte sanitare.

Condiția hidraulică este ca debitul de calcul al coloanei să fie mai mic, cel mult egal cu debitul maxim (capacitatea maximă de evacuare a coloanei) indicat în tabelul 3.3.16. Dacă această condiție nu este îndeplinită, diametrul preliminar al coloanei se alege cu o dimensiune mai mare astfel încât condiția hidraulică să fie îndeplinită.

La debite mici de ape uzate ($\dot{V}$= 0,05... 0,3 l/s) evacuate din obiectele sanitare, prin conductele de legătură, în coloane, apa curge gravitațional, în peliculă, pe întreaga înălțime H a coloanei iar gazele nocive degajate din apa uzată sunt evacuate din coloană în atmosferă prin conducta principală de ventilare naturală datorită presiunii gravitaționale (tirajului):

$p = H(\gamma_{ae} - \gamma_g)$,

în care:

γ_{ae} și γ_g - reprezintă greutatea specifică a aerului exterior, respectiv a gazelor nocive evacuate din coloană.

În funcție de mărimea debitului $\dot{V}$ de apă uzată evacuată în coloană prin conducta de legătură de diametru d, de unghiul α de racordare a acesteia la coloană, de diametrul D și de înălțimea H ale coloanei, în punctul de intrare în coloană apa poate ocupa întreaga secțiune A–A a coloanei (fig. 3.3.28), formându-se un „piston hidraulic".

În curgerea gravitațională a apei, amestecul gaze nocive - aer din fața „pistonului hidraulic" (în secțiunea B-B) este comprimat; presiunea p a amestecului gaze-aer este mai mare decât presiunea atmosferei p_{at} ($p>p_{at}$), iar în spatele „pistonului hidraulic" se produce o depresiune ($p<p_{at}$) și are loc un proces de ejecție a aerului aspirat prin porțiunea de tiraj a coloanei. Dacă debitul de aer pătruns în coloană este egal cu capacitatea de ejecție a apei uzate, atunci presiunea p

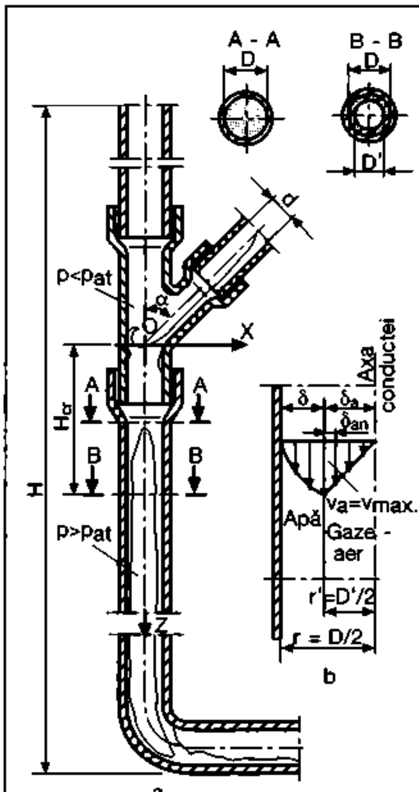


Fig. 3.3.28. Schemă de calcul pentru curgerea apei uzate în coloana de canalizare:
a - secțiuni prin coloană și date de calcul; b - distribuția vitezelor apei în curgere peliculară a amestecului gaze - aer.

Tabelul 3.3.15 a. Relațiile pentru debitele de calcul al conductelor de canalizare a apelor uzate menajere la diferite categorii de clădiri.

Nr crt	Destinația clădirii	Relațiile de calcul al debitelor		Domeniul de aplicare a relației de calcul	
		cu $\Sigma n\dot{V}_s$	cu E	cu $\Sigma n\dot{V}_s$	cu E
1.	Cămine pentru copii, creșe	$\dot{V}_{cs} = 0,31\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$	$\dot{V}_{cs} = 0,18\sqrt{E}$	≥ 0,10	≥ 0,3
2.	Teatre, cluburi, cinematografe gări, policlinici	$\dot{V}_{cs} = 0,38\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$	$\dot{V}_{cs} = 0,22\sqrt{E}$	≥ 0,13	≥ 0,4
3.	Clădiri pentru birouri, magazine, grupuri sanitare pe lângă hale și ateliere, hoteluri cu încăperi de baie aferente camerelor de locuit	$\dot{V}_{cs} = 0,40\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$	$\dot{V}_{cs} = 0,23\sqrt{E}$	≥ 0,13	≥ 0,4
4.	Școli, instituții de învățământ	$\dot{V}_{cs} = 0,49\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$	$\dot{V}_{cs} = 0,28\sqrt{E}$	≥ 0,23	≥ 0,7
5.	Spitale, sanatorii, cantine, restaurante, bufete	$\dot{V}_{cs} = 0,54\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$	$\dot{V}_{cs} = 0,31\sqrt{E}$	≥ 0,30	≥ 0,9
6.	Hoteluri cu grupuri sanitare comune	$\dot{V}_{cs} = 0,66\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$	$\dot{V}_{cs} = 0,38\sqrt{E}$	≥ 0,43	≥ 1,3
7.	Cămine, băi publice, grupuri sanitare pentru sportivi, artiști, personal de serviciu, stadioane și cazărmi	$\dot{V}_{cs} = 0,8\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$	$\dot{V}_{cs} = 0,46\sqrt{E}$	≥ 0,63	≥ 1,9
8.	Grupuri sanitare la vestiarele fabricilor, atelierelor, unităților de producție	$\dot{V}_{cs} = 1,74\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$	$\dot{V}_{cs} = \sqrt{E}$	≥ 3,00	≥ 9,0

Tabelul 3.3.15 b. Debitul de calcul pentru apa de curgere în rețeaua de canalizare la clădirile administrative și social - culturale, în funcție de: suma debitelor specifice ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum al apei sau în funcție de suma echivalenților de debite:

$\Sigma n\dot{V}_s$	E	$\dot{V}_{cs}$ l/s pentru:							
		$\dot{V}_{cs}=0,31\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_{cs}=0,18\sqrt{E}$	$\dot{V}_{cs}=0,38\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_{cs}=0,22\sqrt{E}$	$\dot{V}_{cs}=0,40\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_{cs}=0,23\sqrt{E}$	$\dot{V}_{cs}=0,49\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_{cs}=0,28\sqrt{E}$	$\dot{V}_{cs}=0,54\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_{cs}=0,31\sqrt{E}$	$\dot{V}_{cs}=0,66\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_{cs}=0,38\sqrt{E}$	$\dot{V}_{cs}=0,80\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_{cs}=0,46\sqrt{E}$	$\dot{V}_{cs}=1,74\sqrt{\Sigma n\dot{V}_s}$ sau $\dot{V}_{cs}=\sqrt{E}$
0,10	0,3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,13	0,4	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
0,16	0,5	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
0,20	0,6	0,14	0,17	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
0,23	0,7	0,15	0,18	0,19	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
0,30	0,9	0,17	0,21	0,22	0,27	0,30	0,30	0,30	0,30
0,43	1,3	0,20	0,25	0,26	0,32	0,35	0,43	0,43	0,43
0,63	1,9	0,25	0,30	0,32	0,39	0,43	0,52	0,63	0,63
0,99	3,0	0,31	0,38	0,40	0,49	0,54	0,66	0,79	0,99
1,65	5,0	0,39	0,49	0,51	0,63	0,69	0,85	1,03	1,65
2,31	7,0	0,47	0,58	0,61	0,74	0,82	1,00	1,21	2,31
2,97	9,0	0,53	0,65	0,69	0,84	0,93	1,14	1,38	2,97
4,95	15	0,69	0,84	0,89	1,09	1,20	1,47	1,78	3,87
6,60	20	0,80	0,98	1,03	1,26	1,39	1,69	2,05	4,47
9,90	30	0,97	1,19	1,26	1,54	1,70	2,08	2,52	5,48
13,2	40	1,13	1,38	1,45	1,78	1,96	2,40	2,91	6,32
16,5	50	1,26	1,54	1,62	1,99	2,19	2,68	3,25	7,07
23,1	70	1,49	1,83	1,92	2,35	2,59	3,17	3,84	8,37
33,0	100	1,78	2,18	2,30	2,81	3,10	3,79	4,59	10,00
49,5	150	2,18	2,67	2,81	3,45	3,80	4,64	5,63	12,24
66	200	2,52	3,09	3,25	3,98	4,38	5,36	6,50	14,14
99	300	3,08	3,78	3,98	4,87	5,37	6,57	7,96	17,32
132	400	3,56	4,37	4,59	5,63	6,25	7,58	9,19	20,00
165	500	3,98	4,88	5,14	6,29	6,94	8,48	10,28	22,36
196	600	4,36	5,35	5,63	6,89	7,60	9,29	11,26	24,49
231	700	4,71	5,77	6,08	7,45	8,21	10,03	12,16	26,46
264	800	5,09	6,22	6,50	7,91	8,77	10,74	13,01	28,28
297	900	5,34	6,55	6,89	8,44	9,31	11,37	13,79	29,98
330	1000	5,63	6,90	7,27	8,90	9,80	11,99	14,53	31,61
660	2000	7,96	9,76	10,28	12,59	13,87	16,96	20,55	44,70
990	3000	9,75	11,96	12,58	15,42	16,99	20,77	25,17	54,75
1320	4000	11,26	13,81	14,53	17,80	19,62	23,98	29,06	63,22
1650	5000	12,59	15,43	16,25	19,90	21,93	26,81	32,50	70,68
2310	7000	14,90	18,26	19,22	23,55	25,95	31,72	38,45	83,63
3310	10000	17,81	21,82	22,98	28,15	31,02	37,91	45,96	99,96
4950	15000	21,81	26,73	28,14	34,47	37,99	46,43	56,28	122,41

Notă: Valorile de deasupra barelor orizontale sunt calculate cu relațiile: $\dot{V}_{cs}=\Sigma n\dot{V}_s$, respectiv $\dot{V}_{cs}=0,33\ E$.

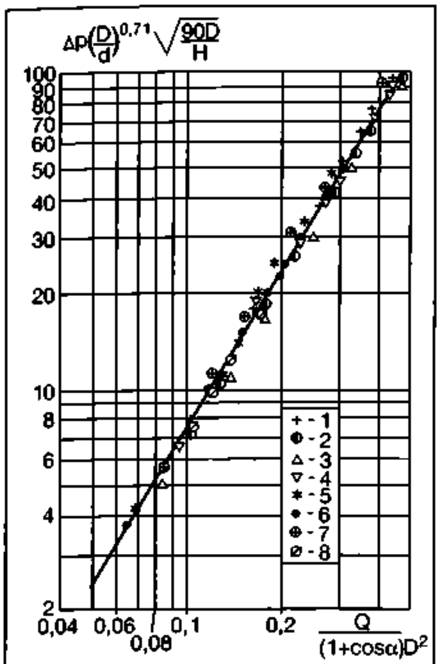


Fig. 3.3.29. Variația depresiunii în coloană, în funcție de debitul de apă uzată și de parametrii sistemului de canalizare:
1 - $D = d = 45$ mm; $\alpha = 90°$, $H = 4{,}5$ m; 2 - $D = d = 45$ mm; $\alpha = 90°$, $H = 2{,}35$ m; 3 - $D = d = 45$ mm; $\alpha = 45°$, $H = 2{,}35$ m; 4 - $D = d = 45$ mm; $\alpha = 45°$, $H = 4{,}5$ m; 5 - $D = d = 100$ mm; $\alpha = 90°$, $H = 4{,}5$ m; 6 - $D = 100$ mm; $d = 45$ mm; $\alpha = 90°$, $H = 4{,}5$ m; 7 - $D = d = 100$ mm; $\alpha = 45°$, $H = 4{,}5$ m; 8 - $D = 100$ mm; $d = 45$ mm; $\alpha = 45°$, $H = 4{,}5$ m.

în coloană este egală cu presiunea atmosferică; dacă acest debit de aer este mai mic decât capacitatea de ejecție a apei uzate, atunci în coloană apare o depresiune Δp putând avea ca efect aspirația gărzii hidraulice din sifoanele obiectelor sanitare.

Experimental s-a constatat că, de la o anumită înălțime critică H_{cr} (fig. 3.3.28), măsurată de la punctul de intrare a apei în coloană și anume $H_{cr} = 90D$, se stabilizează o curgere peliculară.

Pentru coloanele de canalizare prevăzute cu conducte principale de ventilare, cercetările experimentale au dovedit că prin micșorarea unghiului de racordare a conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane, de exemplu, de la α=90° la α=45°, capacitatea de evacuare a coloanei crește de 1,7 ori, ceea ce se explică prin faptul că se micșorează aria A_g, a secțiunii vii a amestecului gaze nocive - aer în secțiunea comprimată și, ca urmare, se diminuează depresiunea Δp. De asemenea, prin micșorarea diametrelor conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloană, de exemplu, de la d = 100 la d = 40 mm, capacitatea de evacuare a coloanelor crește cu 20...25 %.

Pe baza datelor experimentale, s-a stabilit următoarea relație pentru depresiunea, Δp, din coloanele prevăzute cu conductă principală de ventilare naturală (fig. 3.3.29) pentru $H_{cr} \le 90D$:

$$\Delta p = \frac{3590\left[\dfrac{\dot{V}}{(1+\cos\alpha)D^2}\right]^{1{,}677}}{\left(\dfrac{D}{d}\right)^{0{,}71}\sqrt{\dfrac{90D}{H}}} \quad \text{[Pa]} \qquad (3.3.16)$$

Pentru H_{cr} >90D se aplică relația:

$$\Delta p = \frac{3590\left[\dfrac{\dot{V}}{(1+\cos\alpha)D^2}\right]^{1{,}677}}{\left(\dfrac{D}{d}\right)^{0{,}71}} \quad \text{[Pa]} \qquad (3.3.17)$$

Dacă α = 90° și $D = d$, relația (3.3.17) devine:

$$\Delta p = 3590\left(\frac{\dot{V}}{D^2}\right)^{1{,}677} \quad \text{[Pa]} \qquad (3.3.18)$$

În tabelul 3.3.17 sunt redate, după datele experimentale, valorile debitelor critice $\dot{V}_{cr}$ ale apei evacuate prin coloane de canalizare a apelor uzate menajere, determinate experimental în următoarele condiții:

- înălțimea gărzii hidraulice a sifoanelor obiectelor sanitare este h_s = 60 mm; dacă h_s = 50 mm valorile din tabelul 3.3.12 se reduc cu 20 %, iar dacă h_s = 70 mm, se majorează cu 20 %;
- s-a considerat $D>d$, iar D constant pe întreaga înălțime a coloanei.

Debitele maxime $\dot{V}_{max}$ efective evacuate prin coloane se consideră: $\dot{V}_{max}$=0,9$\dot{V}_{cr}$. Valorile debitelor maxime evacuate prin coloane, rezultate din tabelul 3.3.17 generalizează valorile similare din tabelul 3.3.16 (după STAS 1795).

• ***Calculul hidraulic al conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere***

Diametrele conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate

Tabelul 3.3.16. Debitele maxime de ape uzate menajere și tehnologice cu suspensii care pot fi evacuate prin coloane (STAS 1795)

Diametrul interior [mm]	50	75	100	125	150	200
Debitul maxim [l/s]	1,12	2,5	4,55	6,5	9,75	12,5

Tabelul 3.3.17. Valorile debitelor critice la curgerea apei uzate menajere prin coloane de canalizare

Diametrul conductei de legătură de la obiectele sanitare la coloana d[mm]	Unghiul α de racordare al conductei de legătură la coloane [°]	Debitul critic de apă uzată menajeră [l/s] în coloane cu diametrul D [mm] de: 40	50	75	100	125	150
40	90	0,72	0,94	3,36	5,0	8,56	13,40
	60	1,10	1,39	5,0	7,45	12,85	19,90
	45	1,30	1,60	5,70	8,56	14,60	22,90
50	90	-	0,88	3,22	4,80	8,15	12,70
	60	-	1,35	4,80	7,10	12,20	18,90
	45	-	1,55	5,48	8,20	13,90	21,70
75	90	-	-	2,56	3,80	6,50	10,20
	60	-	-	3,92	5,70	9,80	15,30
	45	-	-	4,63	6,50	11,0	17,40
100	90	-	-	-	3,54	6,12	9,45
	60	-	-	-	5,41	9,18	14,25
	45	-	-	-	6,10	10,40	16,10
125	90	-	-	-	-	5,54	8,70
	60	-	-	-	-	8,47	13,10
	45	-	-	-	-	10,0	14,90
150	90	-	-	-	-	-	8,00
	60	-	-	-	-	-	12,20
	45	-	-	-	-	-	14,00

menajere se dimensionează din condiţii constructive şi hidraulice.

Condiţiile constructive permit alegerea preliminară a diametrelor conductelor colectoare şi anume, aceste diametre trebuie să fie cel puţin egale cu cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloane (tab. 3.3.8) şi, respectiv, cu diametrul coloanei racordate la conducta orizontală de canalizare care se dimensionează.

Condiţia hidraulică constă în verificarea vitezei reale v_r [m/s], de curgere a apei cu nivel liber prin conducta orizontală de diametru preliminar ales, care trebuie să fie mai mare sau cel puţin egală cu viteza minimă v_{min}, de autocurăţire a conductei şi mai mică sau cel mult egală cu viteza maximă admisă v_{max}:

$$v_{min} \le v_r \le v_{max} \qquad (3.3.19)$$

Viteza minimă admisă a apei în conductele orizontale de canalizare este de: 0,7 m/s pentru conducte închise; 0,5 m/s pentru canale deschise şi rigole (curăţirea putându-se face mai uşor în cazul formării unor depuneri). Viteza maximă admisă în conducte orizontale de canalizare este de: 4 m/s pentru conducte metalice, din polietilenă, polipropilenă, PVC, ceramice şi din beton armat şi de 3 m/s pentru conducte din beton simplu şi azbociment.

Calculul hidraulic de verificare a vitezei reale v_r se efectuează cunoscând debitul de calcul $\dot{V}_c$ (determinat conform § 3.3.3.1) gradul de umplere u şi panta de montare i a conductei.

Gradul de umplere u, maxim admis în funcţie de natura apei uzate şi de diametrul conductei orizontale de canalizare, este indicat în tabelul 3.3.18.

Pantele de montare a conductelor sunt necesare pentru asigurarea regimului de curgere cu nivel liber. Pentru realizarea vitezelor minime de autocurăţire este necesară montarea conductelor de canalizare cu o pantă minimă, iar din motive de siguranţă în funcţionare, se recomandă prevederea, ori de câte ori este posibil, a unor pante mai mari decât pantele minime, numite pante normale, la care se realizează viteze de curgere mai mari decât vitezele minime de autocurăţire şi mai mici decât vitezele maxime admise. Pantele normale şi minime de montare, în funcţie de natura apei şi diametrul conductei, sunt indicate în tabelul 3.3.19.

Dimensionarea unei conducte orizontale de canalizare este corect făcută, atunci când, prevăzând o pantă de montare indicată în tabelul 3.3.19, se asigură un grad de umplere mai mic decât gradul de umplere maxim admis (tab. 3.3.18) şi se realizează o viteză reală de curgere a apei uzate, în limitele admise conform relaţiei (3.3.19).

Pentru calculul hidraulic de dimensionare a conductelor orizontale de canalizare a apelor uzate menajere, se aplică relaţiile:

$$v = C\sqrt{Ri} \qquad [\text{m/s}] \qquad (3.3.20)$$

$$\dot{V} = A v \qquad [\text{m}^3/\text{s}] \qquad (3.3.21)$$

în care:

$\dot{V} = \dot{V}_c$ - debitul de ape uzate menajere, egal cu debitul de calcul;

A - aria secţiunii transversale a curentului de apă; pentru o conductă de secţiune circulară cu diametrul d, rezultă (fig. 3.3.4):

$$A = \frac{r^2\left(\alpha - \sin\alpha\right)}{2} \qquad [\text{m}^2] \qquad (3.3.22)$$

α - unghiul la centru (fig. 3.3.4), măsurat în radiani;

$r = d/2$ - raza conductei;

v - viteza medie de curgere a apei;

$R = A/p$ - raza hidraulică egală cu raportul între aria secţiunii curentului de apă A şi perimetrul udat p, unde $p = r_\alpha$. Pentru conducte cu secţiunea circulară de diametru d, la curgerea cu secţiune plină a conductei:

$$R = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\pi d} = \frac{d}{4} \qquad [\text{m}] \qquad (3.3.23)$$

iar la curgerea cu secţiune parţială umplută:

$$R = \frac{d\left(\alpha - \sin\alpha\right)}{4\alpha} \qquad [\text{m}] \qquad (3.3.24)$$

i - panta hidraulică, numeric egală cu panta geometrică de montare a conductei;

C = coeficient de rezistenţă hidraulică (Chézy):

$$C = \frac{70\sqrt{R}}{k + \sqrt{R}} \quad \text{sau} \quad C = \frac{1}{k} \cdot R^{1/6}$$

k - coeficient de rugozitate: pentru tuburi din fontă, azbociment, k = 0,10; pentru tuburi din beton, k = 0,12; pentru tuburi din polipropilenă, polietilenă şi PVC, k = 0,007.

Introducând relaţia 3.3.24 în relaţiile 3.3.20 şi 3.2.21 se obţine:

$$v = C\sqrt{\frac{\left(\alpha - \sin\alpha\right)di}{4\alpha}} \qquad [\text{m/s}] \qquad (3.3.25)$$

$$\dot{V} = C\sqrt{\frac{\left(\alpha - \sin\alpha\right)^3 d^5 i}{256\,\alpha}} \qquad [\text{l/s}] \qquad (3.3.26)$$

Între unghiul α (fig. 3.3.4) şi gradul de umplere u, se poate stabili relaţia:

Tabelul 3.3.18. Gradul de umplere *u*, maxim admis în funcţie de natura apei uzate şi de diametrul conductei (STAS 1795)

Natura apei uzate	Gradul de umplere *u* pentru diametrul nominal al conductei D_n [mm]			
	100	125	150;200	>200
Apă uzată menajeră şi industrială, cu suspensii mai mari de 5 mm	0,65	0,65	0,65	0,70
Apă uzată industrială cu suspensii mai mici de 5 mm	0,70	0,70	0,80	0,80
Apă meteorică şi apă uzată industrială convenţional curată	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabelul 3.3.19. Pantele normale şi minime de montare în funcţie de natura apei uzate şi diametrul conductei (STAS 1795)

Diametrul nominal al conductei	Apă uzată menajeră		Apă uzată industrială cu suspensii peste 5 mm		Apă uzată industrială cu suspensii până la 5 mm		Apă uzată industrială convenţional curată		Apă meteorică	
	pante		pante		pante		pante		pante	
D_n [mm]	normale	minime	normale	minime	normale	minime	normale	minime	normale	minime
50	0,0350	0,0250	0,0600	0,0500	0,0350	0,0300	0,0250	0,0200	-	-
75	0,0250	0,0150	0,0500	0,0400	0,0250	0,0200	0,0200	0,0150	0,0250	0,0200
100	0,0200	0,0120	0,0400	0,0300	0,0150	0,0120	0,0120	0,0080	0,0200	0,0150
125	0,0150	0,0100	0,0300	0,0200	0,0120	0,0100	0,0080	0,0060	0,0100	0,0080
150	0,0100	0,0080	0,0200	0,0150	0,0080	0,0070	0,0060	0,0055	0,0070	0,0060
200	0,0080	0,0070	0,0100	0,0080	0,0070	0,0060	0,0055	0,0050	0,0060	0,0050
250	0,0070	0,0065	0,0090	0,0070	0,0065	0,0055	0,0050	0,0045	0,0055	0,0045
300	0,0065	0,0060	0,0080	0,0060	0,0060	0,0050	0,0045	0,0040	0,0050	0,0040
350	0,0060	0,0055	0,0070	0,0055	0,0050	0,0045	0,0040	0,0035	0,0045	0,0035
400	0,0055	0,0050	0,0065	0,0050	0,0045	0,0040	0,0035	0,0030	0,0040	0,0030

$$r - h = r\cos\frac{\alpha}{2} \qquad (3.3.27)$$

în care, înlocuind $r = d/2$ și efectuând calculele se obține:

$$u = \sin^2\frac{\alpha}{4} \qquad (3.3.28)$$

astfel că, viteza v și debitul $\dot{V}$ pot fi exprimate și ca funcții de gradul de umplere, u dacă se înlocuiește α din relația 3.3.28 în relațiile 3.3.25 și 3.3.26.

Debitele $\dot{V}$ [l/s] și vitezele respective v [m/s], la curgerea cu secțiune plină în conducte din fontă, azbociment, oțel și gresie, pentru diverse diametre interioare și pante, au valorile redate în tabelul 3.3.20, iar pentru conducte din policlorură de vinil neplastifiată, polipropilenă și polietilenă, în tabelul 3.3.21.

Analizând variațiile funcțiilor $v = v(\alpha)$ și $\dot{V} = \dot{V}(\alpha)$ date prin relațiile 3.3.25 și 3.3.26 se constată că sunt îndeplinite condițiile necesare și suficiente de maximum:

$$\frac{\delta v}{\delta \alpha} = 0;\quad \frac{\delta^2 v}{\delta \alpha^2} < \qquad (3.3.29)$$

$$\frac{\delta q}{\delta \alpha} = 0;\quad \frac{\delta^2 q}{\delta \alpha^2} < \qquad (3.3.30)$$

Viteza medie, v, atinge valoarea maximă pentru $\alpha = 257°30'$.

Corespunzător acestei valori, gradul de umplere este:

$$u_{v_{max}} = \frac{h}{d} = 0,81 \qquad (3.3.31)$$

Prin urmare, la curgerea uniformă a apei cu nivel liber prin conducte circulare, viteza maximă nu se realizează la secțiunea plină a conductei, ci atunci când între nivelul liber al apei și bolta conductei (sau canalului), rămâne un spațiu liber de $0,19d$ ceea ce convine situațiilor de

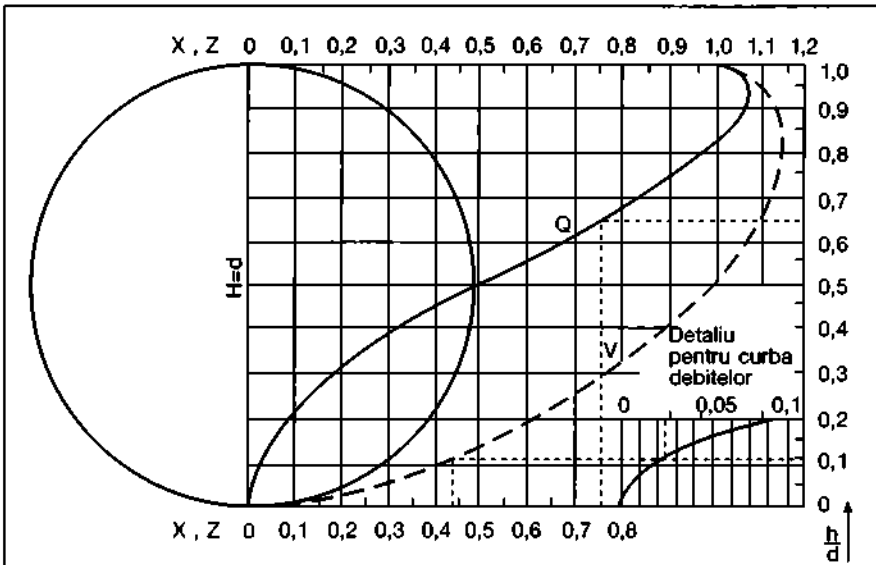


Fig. 3.3.30. Diagrama pentru determinarea gradului de umplere și a vitezei reale de curgere la conductele circulare orizontale de canalizare.

Tabelul 3.3.20. Debitele de curgere $\dot{V}$, [l/s] prin conducte din fontă, azbociment, oțel și gresie, precum și vitezele v, [m/s] respective pentru diverse diametre interioare și pante, la secțiune plină (STAS 1795)

Panta	Diametrul nominal al conductei D_n [mm]											
	50		75		100		125		150		200	
	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$
0,004											0,66	20,84
0,005									0,61	10,80	0,74	23,10
0,006							0,59	7,45	0,67	11,85	0,81	25,00
0,007							0,64	8,05	0,72	12,80	0,88	27,60
0,008					0,59	4,70	0,68	8,35	0,77	13,65	0,94	29,20
0,009					0.63	5,00	0,72	8,85	0,82	14,45	1,00	31,20
0,010					0,66	5,25	0,76	9,35	0,86	15,25	1,05	32,80
0,012					0,72	5,80	0,83	10,25	0,95	16,80	1,15	36,10
0,015			0,66	2,60	0,81	6,45	0,93	11,45	1,05	18,70	1,29	40,20
0,020	0,59	1,16	0,77	3,00	0,93	7,45	1,08	13,60	1,22	21,60	1,48	44,60
0,025	0,66	1,30	0,85	3,42	1,04	8,30	1,21	14,85	1,36	24,00	1,66	52,00
0,030	0,72	1,42	0,94	3,70	1,14	9,10	1,32	16,20	1,49	26,50	1,82	57,00
0,035	0,78	1,52	1,02	3,90	1,23	9,85	1,42	17,50	1,61	28,50	1,99	61,60
0,040	0,83	1,62	1,09	4,20	1,32	10,50	1,52	18,70	1,72	30,50	2,10	65,60
0,050	0,93	1,82	1,23	4,60	1,48	11,75	1,71	21,00	1,93	34,20	2,34	73,60
0,060	1,02	2,00	1,33	5,20	1,62	12,90	1,86	22,90	2,10	37,40	2,58	80,40
0,080	1,18	2,32	1,54	6,20	1,87	14,90	2,16	27,20	2,44	43,20	2,96	92,80
0,100	1,32	2,58	1,72	6,70	2,09	16,65	2,42	29,80	2,72	48,60	3,32	104,20

Panta	Diametrul nominal al conductei D_n [mm]													
	250		300		350		400		450		500		600	
	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$
0,005	0,89	45,00	0,94	70,00	1,09	105,30	1,19	149,00	1,18	204,00	1,30	267,00	1,56	436,00
0,006	0,98	49,00	1,06	76,40	1,19	115,00	1,30	163,00	1,34	223,00	1,48	287,00	1,70	474,00
0,007	1,06	50,30	1,18	82,00	1,20	124,70	1,41	177,00	1,51	241,00	1,61	306,00	1,85	545,00
0,008	1,13	55,60	1,26	85,70	1,38	133,20	1,50	189,00	1,67	257,00	1,72	338,00	1,97	555,00
0,009	1,20	60,00	1,33	88,55	1,46	141,00	1,59	200,00	1,74	270,00	1,82	368,00	2,08	585,00
0,010	1,27	63,30	1,40	99,00	1,55	149,00	1,68	211,00	1,81	288,00	1,93	398,00	2,20	615,00
0,012	1,40	70,00	1,52	108,00	1,65	162,00	1,82	230,00	1,93	313,00	2,10	425,00	2,40	670,00
0,015	1,60	80,00	1,71	120,80	1,80	181,80	2,05	257,00	2,21	351,00	2,35	461,00	2,68	750,00
0,020	1,80	90,00	1,80	139,60	2,18	210,00	2,37	298,00	2,55	406,00	2,72	553,00	3,11	865,00
0,030	2,20	110,00	2,43	171,30	2,68	257,80	2,91	365,00	3,13	498,00	3,33	654,60	3,81	1060,00
0,050	2,80	140,00	3,14	221,80	3,47	338,80	3,77	473,00	4,00	645,00	-	-	-	-

funcționare a conductelor de canalizare, ținând seama de necesitatea evacuării gazelor nocive din apa uzată în timpul curgerii și deci aerisirii conductei.

Se notează cu z raportul între viteza medie v și viteza la curgerea cu secțiune plină a conductei v_{sp}:

$$z = \frac{v}{v_{sp}} \tag{3.3.32}$$

Raportul z_{max} între viteza maximă v_{max} și viteza la secțiunea plină a conductei are valoarea:

$$z_{max} = \frac{v_{max}}{v_{sp}} = 1,16 \tag{3.3.33}$$

deci:

$$v_{max} = 1,16 v_{sp} \tag{3.3.34}$$

adică viteza maximă este cu 16 % mai mare decât viteza la curgerea cu secțiunea plină a conductei.

Debitul volumic de apă, dat de relația 3.3.26, admite, de asemenea, o valoare maximă pentru un unghi $\alpha = 308°$, valoare la care gradul de umplere dat de relația 3.3.28 este:

$$u_{\dot{V}_{max}} = \frac{h}{d} = 0,95 \tag{3.3.35}$$

relație care arată că debitul maxim nu se obține la curgerea cu secțiune plină a conductei, ci la un grad de umplere $u = 0,95 < 1,00$.

Se notează cu x raportul între debitul volumic $\dot{V}$ și debitul la curgerea cu secțiune plină a conductei $\dot{V}_{sp}$;

$$x = \frac{\dot{V}}{\dot{V}_{sp}} \tag{3.3.36}$$

Valoarea maximă a acestui raport este:

$$x_{max} = \frac{\dot{V}_{max}}{\dot{V}_{sp}} = 1,125 \tag{3.3.37}$$

de unde:

$$\dot{V}_{max.} = 1,125 \cdot \dot{V}_{sp} \quad [l/s] \tag{3.3.38}$$

Cu valorile determinate mai sus s-a construit diagrama din fig. 3.3.30 pentru calculul conductelor de secțiune circulară, având pe ordonată gradul de umplere $u = h/d$ și pe abscisă rapoartele x și z care sunt mărimi adimensionale.

Gradul de umplere u, unghiul la centru corespunzător gradului de umplere α, raportul între viteza medie de curgere corespunzătoare gradului de umplere dat și viteza de curgere la secțiune plină z, precum și raportul dintre debitul de calcul și debitul de curgere la secțiune plină x, au valorile redate în tabelul 3.3.22.

Metodologia de dimensionare a conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate menajere este următoarea:

- se întocmește schema de calcul a rețelei de canalizare pe baza reprezentărilor din planurile clădirii și schema coloanelor; pe schema de calcul se notează tipurile obiectelor sanitare și

Tabelul 3.3.21. Debitele de curgere $\dot{V}$, [l/s] prin conducte din policlorură de vinil neplastifiată, polipropilenă și polietilenă, precum și vitezele respective v, [m/s] pentru diverse diametre exterioare și pante, la secțiune plină (STAS 1795)

Panta	Diametrul conductei d [mm]																			
	32		40		50		63		75		90		110		125		140		160	
	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$	v	$\dot{V}$
0,004															0,69	7,65	0,75	10,39	0,82	14,88
0,005															0,78	8,68	0,84	11,77	0,92	16,84
0,006															0,86	9,60	0,94	13,03	1,02	18,64
0,007															0,94	10,50	1,02	14,20	1,11	20,31
0,008													0,93	7,99	1,02	11,50	1,10	15,29	1,20	21,87
0,009													0,99	8,53	1,09	12,10	1,17	16,33	1,28	23,35
0,010	0,41	0,25	0,50	0,50	0,59	0,97	0,71	1,91	0,81	3,16	0,92	5,27	1,06	9,05	1,15	12,77	1,24	17,32	1,36	24,76
0,012	0,46	0,29	0,55	0,55	0,66	1,07	0,78	2,12	0,89	3,50	1,02	5,81	1,17	10,02	1,27	14,15	1,38	19,16	1,50	27,39
0,015	0,53	0,33	0,62	0,62	0,75	1,22	0,89	2,40	1,01	3,97	1,15	6,61	1,32	11,35	1,44	16,00	1,55	21,70	1,70	31,00
0,020	0,62	0,39	0,74	0,74	0,88	1,44	1,05	2,83	1,19	4,65	1,85	7,75	1,55	13,32	1,69	18,80	1,83	25,44	1,99	36,34
0,025	0,71	0,44	0,84	0,84	1,00	1,63	1,19	3,21	1,35	5,29	1,54	8,80	1,76	15,10	1,92	21,28	2,07	28,79	2,26	41,11
0,030	0,79	0,49	0,93	0,93	1,11	1,81	1,32	3,55	1,40	5,85	1,70	9,75	1,95	16,69	2,12	23,54	2,29	31,85	2,50	45,46
0,035	0,85	0,53	1,01	1,01	1,21	1,97	1,43	3,87	1,63	6,38	1,85	10,85	2,12	18,18	2,31	25,64	2,46	34,50	2,72	49,50
0,040	0,93	0,57	1,10	1,10	1,30	2,13	1,55	4,17	1,75	6,87	1,99	11,40	2,28	19,58	2,49	27,60	2,68	37,33	2,93	53,30
0,050	1,05	0,65	1,25	1,24	1,48	2,41	1,75	4,73	1,98	7,75	2,26	13,00	2,59	22,20	2,81	31,23	3,30	42,22	3,30	60,20
0,060	1,17	0,72	1,38	1,37	1,63	2,67	1,91	5,24	2,20	8,60	2,50	14,40	2,86	24,51	3,11	34,53	3,35	46,68	3,65	66,50
0,070	1,27	0,79	1,51	1,50	1,78	2,91	2,12	5,71	2,40	9,40	2,72	15,50	3,11	26,68	3,39	37,60	3,65	50,80	3,98	72,50
0,080	1,37	0,85	1,63	1,62	1,92	3,14	2,28	6,15	2,58	10,10	2,93	16,80	3,35	28,73	3,64	40,47	3,92	54,60	4,28	77,90
0,090	1,47	0,91	1,74	1,73	2,06	3,36	2,44	6,57	2,76	10,80	3,14	17,95	3,57	30,66	3,89	43,20	4,20	58,25	4,57	83,20
0,100	1,56	0,97	1,85	1,84	2,18	3,56	2,58	6,96	2,91	11,50	3,32	19,00	3,79	32,49	4,12	45,76	4,43	61,80	4,84	88,15

se numerotează coloanele și tronsoanele de conducte care se dimensionează începând de la punctele de colectare spre punctul de evacuare a apelor uzate din rețea;
- se alege preliminar, din condiția constructivă, diametrul primului tronson al conductei orizontale de canalizare;
- din tabelul 3.3.19 se alege panta de montare în funcție de diametrul preliminar ales și ținând seama de condițiile constructive ale clădirii;
- se determină debitele de calcul pentru fiecare tronson de conductă orizontală care se dimensionează (conform §. 3.3.3.1);
- din tabelul 3.3.20 sau 3.3.21, în funcție de natura materialului conductei, de diametrul preliminar și pantă, se determină debitul $\dot{V}_{sp}$ și viteza v_{sp}, la curgerea cu secțiunea plină;
- se calculează raportul x și, din nomograma redată în fig. 3.3.30, se determină gradul de umplere efectiv u și se compară cu gradul de umplere maxim admis din tabelul 3.3.18; dacă gradul de umplere u efectiv este mai mare decât gradul de umplere maxim admis, se alege un diametru mai mare cu o dimensiune decât cel ales inițial, din condiția constructivă, se recalculează x și se verifică din nou condiția ca gradul de umplere u să fie mai mic decât cel indicat în tabelul 3.3.18;
- din nomograma redată în fig. 3.3.30, în funcție de raportul x rezultă valoarea raportului z și se calculează viteza reală de evacuare a apei prin conducta orizontală de canalizare:

$$v = zv_{sp} \quad [l/s] \qquad (3.3.39)$$

- se verifică condiția: $v_{min} \leq v_r \leq v_{max}$ exprimată de relația 3.3.19; dacă condi-

Tabelul 3.3.22. Gradul de umplere, *u*, unghiul la centru corespunzător gradului de umplere, *α*, raportul între viteza medie de curgere corespunzătoare gradului de umplere dat și viteza de curgere la secțiune plină, *z*, precum și raportul dintre debitul de calcul și debitul de curgere la secțiune plină, *x*, (STAS 1975).

$u = \frac{h}{D}$	α radiani	α grade	$x = \frac{\dot{V}}{\dot{V}_{sp}}$	$z = \frac{v}{v_{sp}}$
0,10	1,29	73°45'	0,026	0,50
0,11	1,35	77°29'	0,031	0,53
0,12	1,41	81°05'	0,037	0,55
0,13	1,47	84°32'	0,043	0,57
0,14	1,53	87°53'	0,050	0,59
0,15	1,59	92°08'	0,057	0,61
0,16	1,65	94°19'	0,065	0,63
0,17	1,70	97°24'	0,073	0,64
0,18	1,75	100°25'	0,08	0,66
0,19	1,80	103°22'	0,09	0,68
0,20	1,85	106°16'	0,10	0,69
0,21	1,90	109°06'	0,11	0,71
0,22	1,95	111°54'	0,12	0,72
0,23	2,00	114°38'	0,13	0,74
0,24	2,05	117°21'	0,14	0,75
0,25	2,09	120°00'	0,15	0,76
0,26	2,14	122°38'	0,16	0,78
0,27	2,18	125°14'	0,17	0,79
0,28	2,23	127°48'	0,18	0,80
0,29	2,27	130°20'	0,20	0,81
0,30	2,32	132°51'	0,21	0,83
0,31	2,36	135°20'	0,22	0,84
0,32	2,40	137°58'	0,23	0,85
0,33	2,45	140°15'	0,25	0,86
0,34	2,49	142°40'	0,26	0,87
0,35	2,53	145°06'	0,27	0,88
0,36	2,57	147°29'	0,29	0,89
0,37	2,61	149°52'	0,30	0,90
0,38	2,66	152°14'	0,32	0,91
0,39	2,70	154°35'	0,33	0,92
0,40	2,74	156°56'	0,34	0,925
0,41	2,78	159°18'	0,36	0,93
0,42	2,82	161°35'	0,37	0,94
0,43	2,86	163°65'	0,39	0,95
0,44	2,90	166°13'	0,41	0,96
0,45	2,94	168°32'	0,42	0,965
0,46	2,98	170°59'	0,44	0,97
0,47	3,02	173°07'	0,45	0,98
0,48	3,06	175°50'	0,47	0,99
0,49	3,10	177°43'	0,48	0,995
0,50	3,14	180°00'	0,50	1,00
0,51	3,18	182°16'	0,52	1,01
0,52	3,22	184°36'	0,54	1,02
0,53	3,26	186°52'	0,56	1,04
0,54	3,30	189°10'	0,58	1,05

$u = \frac{h}{D}$	α radiani	α grade	$x = \frac{\dot{V}}{\dot{V}_{sp}}$	$z = \frac{v}{v_{sp}}$
0,553,34	191°28'	0,60	1,06	
0,56	3,38	193°48'	0,62	1,07
0,57	3,42	196°06'	0,64	1,08
0,58	3,46	198°24'	0,66	1,09
0,59	3,50	200°44'	0,68	1,10
0,60	3,54	203°05'	0,69	1,11
0,61	3,58	205°25'	0,71	1,12
0,62	3,62	207°47'	0,73	1,13
0,63	3,66	210°09'	0,75	1,14
0,64	3,70	212°32'	0,77	1,14
0,65	3,74	214°55'	0,79	1,15
0,66	3,80	217°20'	0,81	1,16
0,67	3,84	219°46'	0,83	1,17
0,68	3,88	222°12'	0,85	1,17
0,69	3,92	224°40'	0,87	1,18
0,70	3,96	227°10'	0,88	1,18
0,71	4,00	229°40'	0,90	1,19
0,72	4,06	232°12'	0,92	1,19
0,73	4,10	234°46'	0,94	1,20
0,74	4,14	237°22'	0,95	1,20
0,75	4,18	240°00'	0,97	1,21
0,76	4,24	242°40'	0,99	1,21
0,77	4,28	245°22'	1,00	1,21
0,78	4,32	248°07'	1,02	1,21
0,79	4,38	250°56'	1,03	1,21
0,80	4,42	253°44'	1,04	1,22
0,81	4,48	256°38'	1,06	1,22
0,82	4,52	259°35'	1,07	1,22
0,83	4,58	262°36'	1,08	1,22
0,84	4,64	265°42'	1,09	1,21
0,85	4,70	268°51'	1,10	1,21
0,86	4,74	272°01'	1,11	1,21
0,87	4,80	275°28'	1,115	1,21
0,88	4,86	278°56'	1,12	1,20
0,89	4,92	282°32'	1,13	1,20
0,90	5,00	286°14'	1,132	1,19
0,91	5,06	290°10'	1,135	1,18
0,92	5,14	294°18'	1,135	1,18
0,93	5,22	298°38'	1,132	1,17
0,94	5,30	303°16'	1,13	1,16
0,95	5,38	308°20'	1,125	1,14
0,96	5,48	313°53'	1,12	1,13
0,97	5,58	320°07'	1,10	1,11
0,98	5,72	327°39'	1,09	1,09
0,99	5,88	337°03'	1,06	1,07
1,00	6,28	360°00'	1,00	1,00

ția nu este îndeplinită, se alege un nou diametru cu o dimensiune mai mare decât cel ales inițial și calculul se repetă, ca mai sus, până la îndeplinirea condiției 3.3.19.

În clădiri cu destinație specială (cu simultaneitate foarte mare în funcționarea obiectelor sanitare, sau când apele uzate au conținut foarte mare de suspensii), diametrul conductelor orizontale rezultat din calcul poate fi mărit la diametrul uzual imediat următor, cu condiția asigurării vitezei de autocurățire.

În cazuri speciale, în care pozițiile coloanelor și ale conductelor orizontale (sub rabit, greu accesibile, cu dese schimbări de direcție etc.) și condițiile de funcționare și de exploatare pot duce la înfundări ale conductelor de canalizare cu pericol de refulări, diametrele conductelor orizontale, rezultate din calcul, pot fi mărite la diametrele uzuale imediat superioare, respectând condiția asigurării vitezei de autocurățire a conductei.

• *Calculul hidraulic al conductelor de ventilare naturală a rețelei de canalizare a apelor uzate menajere*

Pentru verificarea funcționării coloanei de canalizare în regim de evacuare a debitului critic de apă uzată menajeră (tab. 3.3.17), și de eliminare continuă în atmosferă a amestecului gaze nocive-aer prin conducta principală de ventilare naturală, se aplică relația:

$$\Delta p + h_{ra} = h_s \quad \text{[Pa]} \qquad (3.3.40)$$

în care:

Δp - este depresiunea (pierderea de sarcină a amestecului gaze-aer) în secțiunea comprimată a coloanei, calculată cu relațiile 3.3.16 sau 3.3.17;

h_{ra} - pierderile totale de sarcină (liniare și locale) ale aerului ce pătrunde în coloană [Pa];

h_s - înălțimea gărzii hidraulice (stratului de apă) din sifoanele obiectelor sanitare (mm se transformă Pa).

Pierderea de sarcină liniară a aerului în coloană se calculează cu relația:

$$h_{ric} = iH \quad \text{[Pa]} \qquad (3.3.41)$$

în care:

i - este pierderea de sarcină liniară specifică (unitară) a aerului [Pa/m];

H - înălțimea totală a coloanei (inclusiv conducta principală de ventilare naturală) [Pa].

Pierderile de sarcină locale se consideră că reprezintă 40...50 % din pierderile de sarcină liniare, astfel că pierderea totală de sarcină va fi: $h_{ra} = (1{,}4...1{,}5)iH$. Pe baza cercetărilor experimentale privind determinarea debitului de aer ce pătrunde în coloane, s-a stabilit următoarea relație pentru viteza medie a aerului $\bar{v}_a$:

$$\bar{v}_a = 2{,}6\left(\frac{v_{cr}\dfrac{D}{d}}{\sqrt{\dfrac{90D}{H}}}\right)^{0{,}184} \quad \text{[m/s]} \qquad (3.3.42)$$

în care:

v_{cr} - este viteza apei uzate la debitul critic (tab. 3.3.17) ce curge prin coloana de diametru D,

H - fiind înălțimea coloanei,

d - diametrul cel mai mare al conductei de legătură de la obiectele sanitare la coloană.

Relația 3.3.42 este valabilă pentru: $H_{cr} < 90D$;

dacă $H_{cr} > 90D$, radicalul de la numitor se consideră egal cu unitatea, iar dacă $H_{cr} > 90D$ și $D = d$ relația 3.3.42 devine:

$$\bar{v}_a = 2{,}6\, v_{cr}^{0{,}184} \quad \text{[m/s]} \qquad (3.3.43)$$

Pe baza datelor experimentale, s-a întocmit tabelul 3.3.23 care cuprinde parametrii de bază pentru calculul hidraulic de verificare a coloanelor principale de ventilare naturală a rețelei de canalizare.

De exemplu, pentru o coloană de canalizare cu H=35m, d=100mm, D=150mm, α = 45°, pierderea de sarcină unitară a aerului este i = 0,8829 Pa/m. Calculând depresiunea Δp din coloană cu relația 3.3.17, la debitul critic,

$\dot{V}$ = 16,1 l/s = 0,0161 m³/s (tab. 3.3.17) se obține Δp=626,37 Pa. Aplicând relația 3.3.42, sau direct valorile din tabelul 3.3.18 rezultă v_a = 2,87 m/s și i = 0,8829 Pa/m. Aplicând relația 3.3.40 ținând seama și de relația 3.3.41 se obține:

$h_s = \Delta p + h_{ra} = \Delta p + 1{,}5iH = 626{,}37 + 1{,}5 \cdot 0{,}8829 \cdot 35 = 672{,}72$ Pa = 68,57 mmH₂O

Prin urmare, înălțimea gărzii hidraulice din sifoanele obiectelor sanitare trebuie să fie h_s =70 mm; dacă h_s = 60 mm, stratul de apă care formează garda hidraulică a sifonului este aspirat în coloană și, pentru a evita acest lucru, este necesară o conductă de ventilare secundară (suplimentară) sau mărirea diametrului coloanei de evacuare a apei uzate care duce la diminuarea ambilor termeni din primul membru al relației 3.3.40. Din punct de vedere constructiv (după STAS 1795), coloana principală de ventilare poate avea diametrul cu o dimensiune mai mic decât diametrul coloanei de evacuare a apei uzate, dar nu sub 50 mm.

Conducta de ventilare secundară a conductelor orizontale de canalizare poate avea diametrul cu o dimensiune mai mic decât diametrul conductei pe care o ventilează, dar minimum 50 mm.

Coloana auxiliară de ventilare, care reunește mai multe coloane de ventilare principale, se calculează cu relația:

$$d_r = \sqrt{d_{max}^2 + 0{,}5\sum_{i=1}^{n} d_i^2} \quad \text{[mm]} \qquad (3.3.44)$$

în care:

d_r - este diametrul conductei de ventilare auxiliară [mm];

d_{max} - cel mai mare dintre diametrele co-

Tabelul 3.3.23. Parametrii de bază pentru calculul coloanelor principale de ventilare naturală a rețelei de canalizare a apelor uzate menajere

Diametrul conductei de legătură d [mm]	Viteza aerului v_a [m/s] prin coloane cu diametrul D [mm] de:		Unghiul α de racordare a conductei de legătură la coloană [°]	Pierderea de sarcină liniară unitară i a aerului prin coloana cu diametrul D [mm] de:			
				100		150	
	100	150		[Pa/m]	[mmH₂O/m]	[Pa/m]	[mmH₂O/m]
40	2,88	2,91	90	1,47	0,15	0,88	0,09
	2,90	2,93	60				
	2,91	2,94	45				
50	2,87	2,90	90	1,47	0,15	0,88	0,09
	2,89	2,92	60				
	2,90	2,93	45				
75	2,34	2,86	90	1,18	0,12	0,88	0,09
	2,53	2,88	60				
	2,59	2,89	45				
100	2,25	2,50	90	1,08	0,11	0,88	0,09
	2,43	2,57	60				
	2,48	2,59	45				
150	-	2,24	90	-	-	0,69	0,07
	-	2,44	60				
	-	2,49	45				

loanelor respective de ventilare [mm];

$\sum_{i=1}^{n} d_i^2$ - suma pătratelor diametrelor celorlalte coloane de ventilare [mm²].

Coloana auxiliară de ventilare trebuie să aibă diametrul de minimum 50 mm.

La realizarea unei legături orizontale a coloanelor de ventilare, diametrul acestei conducte trebuie să fie egal cu cel mai mare dintre diametrele coloanelor de ventilare respective.

Exemplul de calcul 1. Se efectuează calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare, a apelor uzate menajere, la o clădire de locuit cu P+4 etaje pentru care s-a întocmit schema de calcul redată în fig. 3.3.31 pe care sunt notate tipurile de obiecte sanitare: L - lavoar; B - cadă de baie; C - closet; S - spălător cu platformă. Pe schema de calcul au fost numerotate tronsoanele de conducte începând de la obiectele sanitare spre punctul de evacuare a apelor uzate menajere în căminul de racord la rețeaua exterioară de canalizare.

Se cere să se efectueze calculul hidraulic prin cele două metode de calcul, prima cu suma debitelor specifice cu relațiile de calcul 3.3.8.....3.3.12 și a doua cu suma echivalenților de debit cu relația I.3.3.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei de conducte s-a început cu tronsoanele 2.1...2.10 (coloana M2, fig. 3.3.31) și este sistematizat în tabelul 3.3.24, anexa I.3.3. S-a aplicat metodologia de calcul expusă la § 3.3.3.2 respectându-se condiția constructivă pentru alegerea preliminară a diametrului și condiția hidraulică pentru calculul de verificare.

Întrucât diametrul preliminar al coloanei M2 (tronsoanele 2.1...2.8.v, fig. 3.3.31) este egal (din condiția constructivă) cu diametrul cel mai mare dintre diametrele conductelor de legătură de la obiectele sanitare la coloană, respectiv de 110 mm compararea debitului de calcul $\dot{V}_c$ cu debitul maxim al coloanei având d=110 mm se putea face numai pentru tronsonul 2.8.v (calcul de verificare). Din tabelul 3.3.24, anexa I.3.3 se observă că pe conductele orizontale colectoare se verifică condițiile: $u < u_{max}$ și $v_{min} \le v_r \le v_{max}$

Pentru metoda de calcul cu suma debitelor specifice s-a considerat: N = 2,5 pers./ap. și v_{cz} = 210 l/zi·pers. și suma debitelor specifice de 3.16 l/s·ap. Valorile debitelor de calcul vcs s-au stabilit cu ajutorul datelor din tabelul 3.3.9 anexa I.3.3, în funcție de suma debitelor specifice a obiectelor sanitare.

Pentru metoda de calcul cu suma echivalenților de debit s-a considerat $E = \Sigma e_s$ = 9,5 (1 baie 2; 1spălător simplu 1; 1 lavoar 0,5; 1 rezervor spălare pentru closet amplasat pe vas 6, în total 9,5 e/ap.). Valorile debitelor de calcul v_{cs} s-au stabilit cu ajutorul datelor din tabelul 3.3.9 anexa I, în funcție de suma echivalenților de debit ai obiectelor sanitare.

În tabelul 3.3.24, anexa I.3.3 sunt prezentate datele pentru calculul hidraulic de dimensionare a instalației interioare de canalizare cu metoda de calcul cu suma debitelor specifice de scurgere, iar în tabelul 3.3.25 sunt prezentate datele pentru calculul hidraulic de dimensionare a instalației interioare de canalizare cu metoda de calcul cu suma echivalenților de debit.

Se poate constata o diferență între cele două metode de calcul. Astfel, pentru metoda cu suma debitelor specifice pentru $\Sigma n\dot{V}_s$ de 63,2 l/s rezultă un debit v_{sp} de 1,36 l/s, iar pentru metoda cu suma echivalenților de calcul pentru Σe_s de 190 rezultă un debit de 2,16 l/s., ceea ce conduce la un debit de calcul total de 3,36 l/s în primul caz și de 4,18 l/s în al doilea caz. Această diferență nu afectează dimensionarea instalației de canalizare datorită faptului că tronsoanele de conducte 2.8.0....2.10 au rezultat din condiția de a utiliza același diametru pe conductele orizontale ca al coloanelor de scurgere.

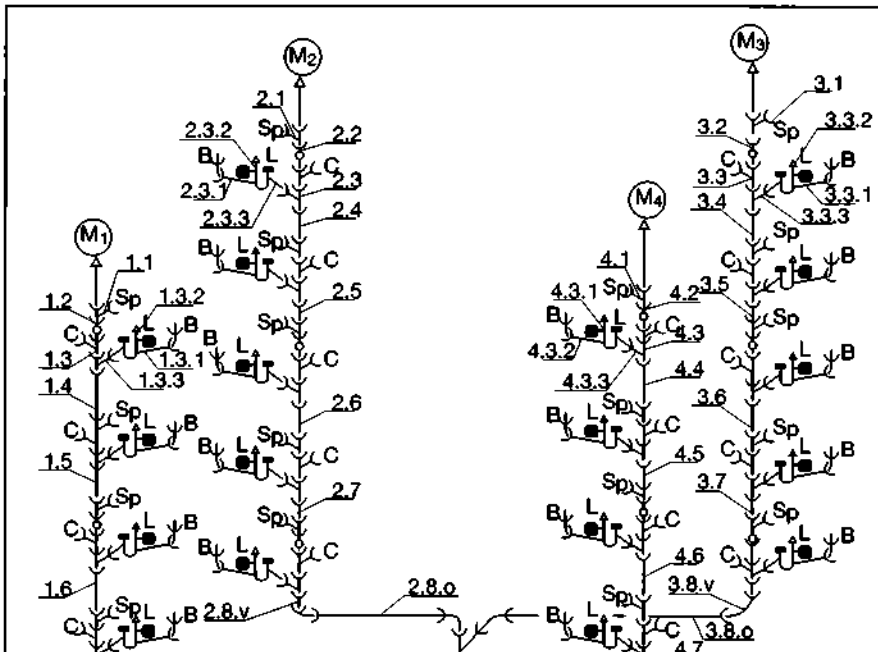


Fig. 3.3.31. Schema de calcul a instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere aferente unei clădiri de locuit cu P + 4 etaje:
L - lavoar; B - baie; Sp - spălător; C - closet;
M1 ... M4 - coloane de canalizare ape uzate menajere.

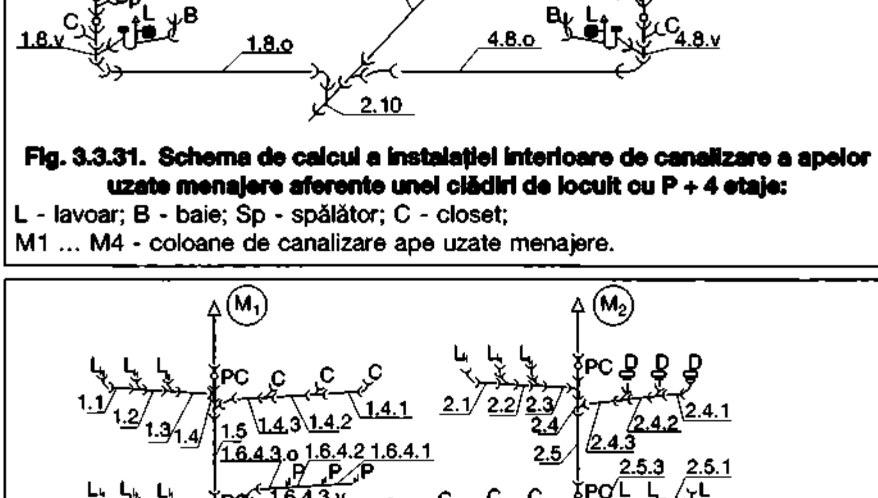


Fig. 3.3.32. Schema de calcul a instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere la o anexă socială a unei hale industriale:
L - lavoar; D - duș; C - closet; P - pisoar;
M1, M2 - coloane de canalizare ape uzate menajere.

La un necesar specific de apă de 80 l/zi·ap. pentru suma debitelor specifice de 50 l/s, corespunde un debit de calcul V_{cs} de 0,79 l/s (coloana 9 din tabelul 3.3.14). La suma debitelor specifice de 50 l/s, corespunde suma echivalenților de debit E = 151,5 și un debit de calcul de 1,90 l/s. În aceast caz, valoarea debitului de calcul cu suma echivalenților de calcul este mai mare față de debitul de calcul cu suma debitelor specifice de 240 %.

Trebuie acordată o atenție deosebită la alegerea metodei de dimensionare deorece metoda cu suma echivalenților de calcul conduce în general la debite de calcul mai mari față de metoda cu suma debitelor specifice. Se recomandă dimensionarea instalațiilor interioare de canalizare aplicarea metodei de calcul cu suma debitelor specifice care este în concordanță și cu dimensionarea instalației de alimentare cu apă rece și caldă.

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere de la grupurile sanitare ale anexei sociale a unei hale industriale, pentru care se dă schema de calcul din fig. 3.3.32. Instalația se execută cu țevi din PVC.

Rezolvare. Pe schema de calcul (fig. 3.3.32), sunt notate obiectele sanitare: L - lavoar; C - closet; P - pisoar; D - duș și numerotate tronsoanele de conducte ale rețelei. Calculul hidraulic se desfășoară după metodologia expusă la § 3.3.3.2 și rezultatele sunt sistematizate în tabelul

Tabelul 3.3.9. Debitul de calcul pentru apa de curgere în rețeaua de canalizare, la clădirile de locuit în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament, suma debitelor specifice de curgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum al apei sau în funcție de suma echivalenților de debit, pentru: $\dot{V}_{as}$=2,31 l/s,ap; n_{oz}=19 h/zi și y= 3,06 corespunzător unui grad de asigurare de 999‰,

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]												E	$\dot{V}_c$ [l/s]
	280 l/zi,pers, N_a pers/ap						*210* l/zi,pers, N_a pers/ap							
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,5	0,17
0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,0	0,33
0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,5	0,33
0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	2,0	0,33
0,83	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	2,5	0,33
1,15	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,5	0,33
1,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	4,0	0,33
2,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	6,1	0,34
2,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	7,6	0,38
3,0	0,33	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	9,1	0,41
3,5	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35	0,37	10,6	0,45
4	0,33	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,33	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	12,1	0,48
5	0,33	0,36	0,41	0,45	0,49	0,52	0,33	0,33	0,35	0,39	0,42	0,45	15,2	0,54
6	0,34	0,40	0,45	0,49	0,54	0,57	0,33	0,34	0,39	0,42	0,46	0,49	18,2	0,60
7	0,37	0,43	0,49	0,54	0,58	0,62	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	21,2	0,65
8	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,34	0,40	0,45	0,49	0,54	0,57	24,2	0,69
9	0,42	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71	0,37	0,42	0,48	0,53	0,57	0,61	27,3	0,74
10	0,45	0,52	0,59	0,65	0,70	0,75	0,39	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	30,3	0,78
12	0,49	0,57	0,65	0,71	0,77	0,83	0,42	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71	36,4	0,86
14	0,54	0,62	0,70	0,77	0,84	0,90	0,46	0,54	0,60	0,66	0,72	0,77	42,4	0,94
16	0,57	0,67	0,75	0,83	0,90	0,97	0,49	0,57	0,65	0,71	0,77	0,83	48,5	1,01
18	0,61	0,71	0,80	0,88	0,96	1,03	0,53	0,61	0,69	0,76	0,82	0,88	54,5	1,07
20	0,65	0,75	0,85	0,94	1,02	1,10	0,55	0,65	0,73	0,80	0,87	0,94	60,6	1,14
25	0,73	0,85	0,96	1,06	1,15	1,24	0,62	0,73	0,82	0,90	0,98	1,06	75,8	1,29
30	0,80	0,94	1,06	1,17	1,27	1,37	0,69	0,80	0,90	1,00	1,09	1,17	90,9	1,42
35	0,87	1,02	1,15	1,27	1,39	1,49	0,75	0,87	0,98	1,09	1,18	1,27	106,1	1,55
40	0,94	1,10	1,24	1,37	1,49	1,61	0,80	0,94	1,06	1,17	1,27	1,37	121,2	1,67
45	1,00	1,17	1,32	1,46	1,60	1,72	0,85	1,00	1,13	1,25	1,36	1,46	136,4	1,79
50	1,06	1,24	1,40	1,55	1,69	1,83	0,90	1,06	1,19	1,32	1,44	1,55	151,5	1,90
55	1,11	1,31	1,48	1,64	1,79	1,93	0,95	1,11	1,26	1,39	1,52	1,64	166,7	2,00
60	1,17	1,37	1,55	1,72	1,88	2,03	1,00	1,17	1,32	1,46	1,60	1,72	181,8	2,11
65	1,22	1,43	1,62	1,80	1,97	2,12	1,04	1,22	1,38	1,53	1,67	1,80	197,0	2,21
70	1,27	1,49	1,69	1,88	2,05	2,22	1,09	1,27	1,44	1,60	1,74	1,88	212,1	2,30
75	1,32	1,55	1,76	1,95	2,14	2,31	1,13	1,32	1,50	1,66	1,81	1,95	227,3	2,40
80	1,37	1,61	1,83	2,03	2,22	2,40	1,17	1,37	1,55	1,72	1,88	2,03	242,4	2,49
85	1,42	1,67	1,89	2,10	2,30	2,48	1,21	1,42	1,61	1,78	1,94	2,10	257,6	2,58
90	1,46	1,72	1,95	2,17	2,38	2,57	1,25	1,46	1,66	1,84	2,01	2,17	272,7	2,67
95	1,51	1,77	2,02	2,24	2,45	2,65	1,28	1,51	1,71	1,90	2,07	2,24	287,9	2,76
100	1,55	1,83	2,08	2,31	2,53	2,74	1,32	1,55	1,76	1,95	2,14	2,31	303,0	2,84
110	1,64	1,93	2,19	2,44	2,67	2,90	1,39	1,64	1,86	2,06	2,26	2,44	333,3	3,01
120	1,72	2,03	2,31	2,57	2,82	3,05	1,46	1,72	1,95	2,17	2,38	2,57	363,6	3,17
130	1,80	2,12	2,42	2,69	2,95	3,20	1,53	1,80	2,05	2,27	2,49	2,69	393,9	3,33
140	1,88	2,22	2,53	2,82	3,09	3,35	1,60	1,88	2,14	2,38	2,60	2,82	424,2	3,48
150	1,95	2,31	2,63	2,93	3,22	3,49	1,66	1,95	2,22	2,47	2,71	2,93	454,5	3,63
160	2,03	2,40	2,74	3,05	3,35	3,63	1,72	2,03	2,31	2,57	2,82	3,05	484,8	3,78

3.3.26 anexa I.3.3. Debitul de calcul $\dot{V}_c$ pentru dimensionarea conductelor s-a determinat cu relațiile din tabelul 3.3.10 a, iar valorile debitului $\dot{V}_{cs}$ s-au luat din tabelul 3.3.15 b în funcție de suma debitelor specifice cu relația:

$$\dot{V}_{cs} = 1,74\sqrt{\sum n\dot{V}_c}$$

Calculul hidraulic s-a efectuat, mai întâi, pe traseul format din tronsoanele 1.1...1.10 (coloana M1, tab. 3.3.26 anexa I.3.3) aplicând condiția constructivă, respectiv hidraulică și s-a continuat cu dimensionarea conductelor de legătură la coloana M1. În mod analog au fost calculate coloana M2 și conductele de legătură la aceasta.

Tabelul 3.3.9. continuare

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
170	2,10	2,48	2,84	3,16	3,47	3,77	1,78	2,10	2,39	2,66	2,92	3,16	515,2	3,92
180	2,17	2,57	2,93	3,28	3,60	3,91	1,84	2,17	2,47	2,76	3,02	3,28	545,5	4,06
190	2,24	2,65	3,03	3,39	3,72	4,04	1,90	2,24	2,55	2,85	3,12	3,39	575,8	4,20
200	2,31	2,74	3,13	3,49	3,84	4,17	1,95	2,31	2,63	2,93	3,22	3,49	606,1	4,34
220	2,44	2,90	3,31	3,70	4,07	4,43	2,06	2,44	2,79	3,11	3,41	3,70	666,7	4,61
240	2,57	3,05	3,49	3,91	4,30	4,68	2,17	2,57	2,93	3,28	3,60	3,91	727,3	4,87
260	2,69	3,20	3,67	4,11	4,52	4,92	2,27	2,69	3,08	3,44	3,78	4,11	787,9	5,12
280	2,82	3,35	3,84	4,30	4,74	5,16	2,38	2,82	3,22	3,60	3,96	4,30	848,5	5,37
300	2,93	3,49	4,01	4,49	4,95	5,39	2,47	2,93	3,36	3,75	4,13	4,49	909,1	5,62
320	3,05	3,63	4,17	4,68	5,16	5,62	2,57	3,05	3,49	3,91	4,30	4,68	969,7	5,86
340	3,16	3,77	4,33	4,86	5,37	5,85	2,66	3,16	3,62	4,06	4,47	4,86	1030,3	6,09
360	3,28	3,91	4,49	5,04	5,57	6,07	2,76	3,28	3,75	4,20	4,63	5,04	1090,9	6,32
380	3,39	4,04	4,65	5,22	5,77	6,29	2,85	3,39	3,88	4,35	4,79	5,22	1151,5	6,55
400	3,49	4,17	4,80	5,39	5,96	6,51	2,93	3,49	4,01	4,49	4,95	5,39	1212,1	6,78
425	3,62	4,33	4,99	5,61	6,20	6,77	3,04	3,62	4,16	4,67	5,15	5,61	1287,9	7,06
450	3,75	4,49	5,18	5,82	6,44	7,03	3,15	3,75	4,31	4,84	5,34	5,82	1363,6	7,33
475	3,88	4,65	5,36	6,03	6,67	7,29	3,25	3,88	4,46	5,01	5,53	6,03	1439,4	7,60
500	4,01	4,80	5,54	6,24	6,90	7,55	3,36	4,01	4,61	5,18	5,72	6,24	1515,2	7,87
525	4,13	4,95	5,72	6,44	7,13	7,80	3,46	4,13	4,75	5,34	5,90	6,44	1590,9	8,13
550	4,25	5,10	5,89	6,64	7,36	8,05	3,56	4,25	4,90	5,50	6,08	6,64	1666,7	8,39
575	4,37	5,25	6,07	6,84	7,58	8,30	3,66	4,37	5,04	5,66	6,26	6,84	1742,4	8,65
600	4,49	5,39	6,24	7,03	7,80	8,54	3,75	4,49	5,18	5,82	6,44	7,03	1818,2	8,90
650	4,72	5,68	6,57	7,42	8,23	9,02	3,95	4,72	5,45	6,13	6,79	7,42	1969,7	9,40
700	4,95	5,96	6,90	7,80	8,66	9,49	4,13	4,95	5,72	6,44	7,13	7,80	2121,2	9,90
750	5,18	6,24	7,23	8,17	9,08	9,96	4,31	5,18	5,98	6,74	7,47	8,17	2272,7	10,4
800	5,39	6,51	7,55	8,54	9,49	10,42	4,49	5,39	6,24	7,03	7,80	8,54	2424,2	10,9
850	5,61	6,77	7,86	8,90	9,90	10,87	4,67	5,61	6,49	7,33	8,13	8,90	2575,8	11,3
900	5,82	7,03	8,17	9,26	10,30	11,31	4,84	5,82	6,74	7,61	8,45	9,26	2727,3	11,8
950	6,03	7,29	8,48	9,61	10,70	11,76	5,01	6,03	6,99	7,89	8,77	9,61	2878,8	12,3
1000	6,24	7,55	8,78	9,96	11,09	12,19	5,18	6,24	7,23	8,17	9,08	9,96	3030,3	12,7
1100	6,64	8,05	9,38	10,64	11,87	13,05	5,50	6,64	7,71	8,72	9,70	10,64	3333,3	13,6
1200	7,03	8,54	9,96	11,31	12,63	13,90	5,82	7,03	8,17	9,26	10,30	11,31	3636,4	14,5
1300	7,42	9,02	10,53	11,98	13,37	14,73	6,13	7,42	8,63	9,78	10,90	11,98	3939,4	15,4
1400	7,80	9,49	11,09	12,63	14,11	15,55	6,44	7,80	9,08	10,30	11,48	12,63	4242,4	16,2
1500	8,17	9,96	11,65	13,27	14,83	16,36	6,74	8,17	9,52	10,81	12,06	13,27	4545,5	17,1
1600	8,54	10,42	12,19	13,90	15,55	17,16	7,03	8,54	9,96	11,31	12,63	13,90	4848,5	17,9
1700	8,90	10,87	12,73	14,52	16,26	17,95	7,33	8,90	10,39	11,81	13,19	14,52	5151,5	18,7
1800	9,26	11,31	13,27	15,14	16,96	18,73	7,61	9,26	10,81	12,30	13,74	15,14	5454,5	19,6
1900	9,61	11,76	13,79	15,75	17,65	19,51	7,89	9,61	11,23	12,79	14,29	15,75	5757,6	20,4
2000	9,96	12,19	14,32	16,36	18,34	20,28	8,17	9,96	11,65	13,27	14,83	16,36	6060,6	21,2
2100	10,30	12,63	14,83	16,96	19,03	21,04	8,45	10,30	12,06	13,74	15,37	16,96	6363,6	22,0
2200	10,64	13,05	15,35	17,56	19,70	21,80	8,72	10,64	12,46	14,21	15,91	17,56	6666,7	22,8
2300	10,98	13,48	15,85	18,15	20,37	22,55	8,99	10,98	12,87	14,68	16,43	18,15	6969,7	23,6
2400	11,31	13,90	16,36	18,73	21,04	23,30	9,26	11,31	13,27	15,14	16,96	18,73	7272,7	24,3
2500	11,65	14,32	16,86	19,32	21,70	24,04	9,52	11,65	13,66	15,60	17,48	19,32	7575,8	25,1
2600	11,98	14,73	17,36	19,89	22,36	24,78	9,78	11,98	14,06	16,06	18,00	19,89	7879	25,9
2700	12,30	15,14	17,85	20,47	23,02	25,51	10,04	12,30	14,45	16,51	18,51	20,47	8182	26,7
2800	12,63	15,55	18,34	21,04	23,67	26,24	10,30	12,63	14,83	16,96	19,03	21,04	8485	27,4
2900	12,95	15,96	18,83	21,61	24,32	26,97	10,56	12,95	15,22	17,41	19,53	21,61	8788	28,2
3000	13,27	16,36	19,32	22,18	24,96	27,69	10,81	13,27	15,60	17,85	20,04	22,18	9091	28,9
3500	14,83	18,34	21,70	24,96	28,14	31,25	12,06	14,83	17,48	20,04	22,53	24,96	10606	32,7
4000	16,36	20,28	24,04	27,69	31,25	34,75	13,27	16,36	19,32	22,18	24,96	27,69	12121	36,4

Notă: pentru suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare mai mică de 0,33 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice de scurgere mai mare de 0,33 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,33 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,33 l/s și linia în trepte).

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.10. Debitul de calcul pentru apa de scurgere în rețeaua de canalizare, la construcții de locuințe în funție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum a apei pentru: $\dot{V}_{sa}$ =2,31 l/s.ap; n_{oz}=19 ore/zi și y=3,06 corespunzător unui grad de asigurare de 999‰.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]												E	$\dot{V}_c$ [l/s]
	280 l/zi.pers.						210 l/zi.pers.							
	N_a pers/ap						N_a pers/ap							
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,5	0,17
0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,0	0,33
0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,5	0,33
0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	2,0	0,33
0,83	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	2,5	0,33
1,15	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,5	0,33
1,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,31	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	4,0	0,33
2,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,36	0,38	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	6,1	0,34
2,5	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,37	7,6	0,38
3,0	0,33	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,33	0,33	0,33	0,35	0,38	0,40	9,1	0,41
3,5	0,33	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51	0,33	0,33	0,34	0,38	0,41	0,44	10,6	0,45
4	0,33	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,33	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	12,1	0,48
5	0,37	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	15,2	0,54
6	0,40	0,47	0,53	0,58	0,63	0,68	0,35	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	18,2	0,60
7	0,44	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,38	0,44	0,49	0,54	0,59	0,63	21,2	0,65
8	0,47	0,55	0,62	0,68	0,74	0,79	0,40	0,47	0,53	0,58	0,63	0,68	24,2	0,69
9	0,50	0,58	0,65	0,72	0,78	0,84	0,43	0,50	0,56	0,62	0,67	0,72	27,3	0,74
10	0,53	0,62	0,69	0,76	0,83	0,89	0,45	0,53	0,59	0,65	0,71	0,76	30,3	0,78
12	0,58	0,68	0,76	0,84	0,91	0,98	0,50	0,58	0,65	0,72	0,78	0,84	36,4	0,86
14	0,63	0,74	0,83	0,91	0,99	1,07	0,54	0,63	0,71	0,78	0,85	0,91	42,4	0,94
16	0,68	0,79	0,89	0,98	1,07	1,15	0,58	0,68	0,76	0,84	0,91	0,98	48,5	1,01
18	0,72	0,84	0,95	1,05	1,14	1,23	0,62	0,72	0,81	0,90	0,97	1,05	54,5	1,07
20	0,76	0,89	1,01	1,11	1,21	1,30	0,65	0,76	0,86	0,95	1,03	1,11	60,6	1,14
25	0,86	1,01	1,14	1,26	1,37	1,47	0,74	0,86	0,97	1,07	1,17	1,26	75,8	1,29
30	0,95	1,11	1,26	1,14	1,51	1,63	0,81	0,95	1,07	1,18	1,29	1,39	90,9	1,42
35	1,03	1,21	1,37	1,51	1,65	1,78	0,88	1,03	1,17	1,29	1,41	1,51	106,1	1,55
40	1,11	1,30	1,47	1,63	1,78	1,92	0,95	1,11	1,26	1,39	1,51	1,63	121,2	1,67
45	1,18	1,39	1,57	1,75	1,91	2,06	1,01	1,18	1,34	1,48	1,62	1,75	136,4	1,79
50	1,26	1,47	1,67	1,85	2,03	2,19	1,07	1,26	1,42	1,57	1,72	1,85	151,5	1,90
55	1,32	1,55	1,76	1,96	2,14	2,31	1,13	1,32	1,50	1,66	1,81	1,96	166,7	2,00
60	1,39	1,63	1,85	2,06	2,25	2,43	1,18	1,39	1,57	1,75	1,91	2,06	181,8	2,11
65	1,45	1,71	1,94	2,16	2,36	2,55	1,24	1,45	1,65	1,83	2,00	2,16	197,0	2,21
70	1,51	1,78	2,03	2,25	2,46	2,67	1,29	1,51	1,72	1,91	2,08	2,25	212,1	2,30
75	1,57	1,85	2,11	2,34	2,57	2,78	1,34	1,57	1,79	1,98	2,17	2,34	227,3	2,40
80	1,63	1,92	2,19	2,43	2,67	2,89	1,39	1,63	1,85	2,06	2,25	2,43	242,4	2,49
85	1,69	1,99	2,27	2,52	2,76	2,99	1,44	1,69	1,92	2,13	2,33	2,52	257,6	2,58
90	1,75	2,06	2,34	2,61	2,86	3,10	1,48	1,75	1,98	2,20	2,41	2,61	272,7	2,67
95	1,80	2,12	2,42	2,69	2,95	3,20	1,53	1,80	2,05	2,27	2,49	2,69	287,9	2,76
100	1,85	2,19	2,49	2,78	3,05	3,30	1,57	1,85	2,11	2,34	2,57	2,78	303,0	2,84
110	1,96	2,31	2,64	2,94	3,23	3,50	1,66	1,96	2,23	2,48	2,71	2,94	333,3	3,01
120	2,06	2,43	2,78	3,10	3,40	3,69	1,75	2,06	2,34	2,61	2,86	3,10	363,6	3,17
130	2,16	2,55	2,91	3,25	3,57	3,88	1,83	2,16	2,46	2,74	3,00	3,25	393,9	3,33
140	2,25	2,67	3,05	3,40	3,74	4,06	1,91	2,25	2,57	2,86	3,14	3,40	424,2	3,48
150	2,34	2,78	3,18	3,55	3,90	4,24	1,98	2,34	2,67	2,98	3,27	3,55	454,5	3,63
160	2,43	2,89	3,30	3,69	4,06	4,41	2,06	2,43	2,78	3,10	3,40	3,69	484,8	3,78

Notă: pentru suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare mai mică de 0,33 l/s,debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice de scurgere mai mare de 0,33 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,33 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,33 l/s și linia în trepte)

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.10. continuare

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
170	2,52	2,99	3,43	3,83	4,22	4,59	2,13	2,52	2,88	3,21	3,53	3,83	515,2	3,92
180	2,61	3,10	3,55	3,97	4,37	4,75	2,20	2,61	2,98	3,33	3,66	3,97	545,5	4,06
190	2,69	3,20	3,67	4,11	4,52	4,92	2,27	2,69	3,08	3,44	3,78	4,11	575,8	4,20
200	2,78	3,30	3,79	4,24	4,67	5,08	2,34	2,78	3,18	3,55	3,90	4,24	606,1	4,34
220	2,94	3,50	4,02	4,50	4,96	5,41	2,48	2,94	3,36	3,76	4,14	4,50	666,7	4,61
240	3,10	3,69	4,24	4,75	5,25	5,72	2,61	3,10	3,55	3,97	4,37	4,75	727,3	4,87
260	3,25	3,88	4,46	5,00	5,52	6,02	2,74	3,25	3,73	4,17	4,60	5,00	787,9	5,12
280	3,40	4,06	4,67	5,25	5,80	6,32	2,86	3,40	3,90	4,37	4,82	5,25	848,5	5,37
300	3,55	4,24	4,88	5,48	6,06	6,62	2,98	3,55	4,07	4,56	5,03	5,48	909,1	5,62
320	3,69	4,41	5,08	5,72	6,32	6,91	3,10	3,69	4,24	4,75	5,25	5,72	969,7	5,86
340	3,83	4,59	5,29	5,95	6,58	7,19	3,21	3,83	4,40	4,94	5,46	5,95	1030,3	6,09
360	3,97	4,75	5,48	6,17	6,84	7,47	3,33	3,97	4,56	5,13	5,66	6,17	1090,9	6,32
380	4,11	4,92	5,68	6,40	7,09	7,75	3,44	4,11	4,72	5,31	5,86	6,40	1151,5	6,55
400	4,24	5,08	5,87	6,62	7,33	8,02	3,55	4,24	4,88	5,48	6,06	6,62	1212,1	6,78
425	4,40	5,29	6,11	6,89	7,64	8,36	3,68	4,40	5,07	5,70	6,31	6,89	1287,9	7,06
450	4,56	5,48	6,34	7,16	7,94	8,69	3,81	4,56	5,26	5,92	6,55	7,16	1363,6	7,33
475	4,72	5,68	6,57	7,42	8,23	9,02	3,94	4,72	5,45	6,13	6,79	7,42	1439,4	7,60
500	4,88	5,87	6,80	7,68	8,53	9,34	4,07	4,88	5,63	6,34	7,02	7,68	1515,2	7,87
525	5,03	6,06	7,02	7,94	8,81	9,66	4,20	5,03	5,81	6,55	7,26	7,94	1590,9	8,13
550	5,19	6,25	7,24	8,19	9,10	9,98	4,32	5,19	5,99	6,75	7,49	8,19	1666,7	8,39
575	5,34	6,43	7,46	8,44	9,38	10,29	4,44	5,34	6,17	6,96	7,71	8,44	1742,4	8,65
600	5,48	6,62	7,68	8,69	9,66	10,60	4,56	5,48	6,34	7,16	7,94	8,69	1818,2	8,90
650	5,78	6,98	8,11	9,18	10,22	11,22	4,80	5,78	6,69	7,55	8,38	9,18	1969,7	9,40
700	6,06	7,33	8,53	9,66	10,76	11,82	5,03	6,06	7,02	7,94	8,81	9,66	2121,2	9,90
750	6,34	7,68	8,94	10,14	11,29	12,42	5,26	6,34	7,35	8,32	9,24	10,14	2272,7	10,4
800	6,62	8,02	9,34	10,60	11,82	13,01	5,48	6,62	7,68	8,69	9,66	10,60	2424,2	10,9
850	6,89	8,36	9,74	11,07	12,34	13,59	5,70	6,89	8,00	9,06	10,08	11,07	2575,8	11,3
900	7,16	8,69	10,14	11,52	12,86	14,16	5,92	7,16	8,32	9,42	10,49	11,52	2727,3	11,8
950	7,42	9,02	10,53	11,97	13,37	14,73	6,13	7,42	8,63	9,78	10,89	11,97	2878,8	12,3
1000	7,68	9,34	10,91	12,42	13,87	15,29	6,34	7,68	8,94	10,14	11,29	12,42	3030,3	12,7
1100	8,19	9,98	11,67	13,30	14,87	16,40	6,75	8,19	9,54	10,84	12,08	13,30	3333,3	13,6
1200	8,69	10,60	12,42	14,16	15,85	17,49	7,16	8,69	10,14	11,52	12,86	14,16	3636,4	14,5
1300	9,18	11,22	13,15	15,01	16,81	18,56	7,55	9,18	10,72	12,20	13,62	15,01	3939,4	15,4
1400	9,66	11,82	13,87	15,85	17,76	19,63	7,94	9,66	11,29	12,86	14,37	15,85	4242,4	16,2
1500	10,14	12,42	14,59	16,67	18,70	20,68	8,32	10,14	11,86	13,51	15,11	16,67	4545,5	17,1
1600	10,60	13,01	15,29	17,49	19,63	21,71	8,69	10,60	12,42	14,16	15,85	17,49	4848,5	17,9
1700	11,07	13,59	15,98	18,30	20,55	22,74	9,06	11,07	12,97	14,80	16,57	18,30	5151,5	18,7
1800	11,52	14,16	16,67	19,10	21,46	23,76	9,42	11,52	13,51	15,43	17,29	19,10	5454,5	19,6
1900	11,97	14,73	17,35	19,89	22,36	24,77	9,78	11,97	14,05	16,05	18,00	19,89	5757,6	20,4
2000	12,42	15,29	18,03	20,68	23,25	25,77	10,14	12,42	14,59	16,67	18,70	20,68	6060,6	21,2
2100	12,86	15,85	18,70	21,46	24,14	26,77	10,49	12,86	15,11	17,29	19,40	21,46	6363,6	22,0
2200	13,30	16,40	19,36	22,23	25,02	27,76	10,84	13,30	15,64	17,89	20,09	22,23	6666,7	22,8
2300	13,73	16,95	20,02	23,00	25,90	28,74	11,18	13,73	16,16	18,50	20,77	23,00	6969,7	23,6
2400	14,16	17,49	20,68	23,76	26,77	29,72	11,52	14,16	16,67	19,10	21,46	23,76	7272,7	24,3
2500	14,59	18,03	21,33	24,52	27,63	30,69	11,86	14,59	17,18	19,69	22,13	24,52	7575,8	25,1
2600	15,01	18,56	21,97	25,27	28,49	31,65	12,20	15,01	17,69	20,28	22,81	25,27	7878,8	25,9
2700	15,43	19,10	22,61	26,02	29,35	32,61	12,53	15,43	18,20	20,87	23,48	26,02	8181,8	26,7
2800	15,85	19,63	23,25	26,77	30,20	33,57	12,86	15,85	18,70	21,46	24,14	26,77	8484,8	27,4
2900	16,26	20,15	23,89	27,51	31,05	34,52	13,19	16,26	19,20	22,04	24,80	27,51	8787,9	28,2
3000	16,67	20,68	24,52	28,25	31,89	35,47	13,51	16,67	19,69	22,61	25,46	28,25	9090,9	28,9
3500	18,70	23,25	27,63	31,89	36,06	40,15	15,11	18,70	22,13	25,46	28,71	31,89	10606	32,7
4000	20,68	25,77	30,69	35,47	40,15	44,75	16,67	20,68	24,52	28,25	31,89	35,47	12121	36,4

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.11. Debitul de calcul pentru apa de scurgere în rețeaua de canalizare, la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum a apei pentru: $\dot{V}_{as}$ = 2,31 l/s·ap; n_{oz} = 19 ore/zi și y = 3,06 corespunzător unui grad de asigurare de 999‰.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	140 l/zi·pers.						*120* l/zi·pers.					
	N_a pers/ap						N_a pers/ap					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,83	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,15	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
2,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
2,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
3,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
3,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
4	0,33	0,33	0,33	0,33	0,36	0,38	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35
5	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	0,33	0,33	0,33	0,34	0,37	0,39
6	0,33	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43
7	0,33	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51	0,33	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47
8	0,33	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,33	0,35	0,39	0,43	0,47	0,50
9	0,35	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54
10	0,37	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57
12	0,40	0,47	0,53	0,58	0,63	0,68	0,37	0,43	0,49	0,54	0,58	0,62
14	0,44	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,40	0,47	0,53	0,58	0,63	0,68
16	0,47	0,55	0,62	0,68	0,74	0,79	0,43	0,50	0,57	0,62	0,68	0,73
18	0,50	0,58	0,65	0,72	0,78	0,84	0,46	0,54	0,60	0,66	0,72	0,77
20	0,53	0,62	0,69	0,76	0,83	0,89	0,49	0,57	0,64	0,70	0,76	0,82
25	0,59	0,69	0,78	0,86	0,94	1,01	0,55	0,64	0,72	0,79	0,86	0,92
30	0,65	0,76	0,86	0,95	1,03	1,11	0,60	0,70	0,79	0,87	0,95	1,02
35	0,71	0,83	0,94	1,03	1,12	1,21	0,65	0,76	0,86	0,95	1,03	1,11
40	0,76	0,89	1,01	1,11	1,21	1,30	0,70	0,82	0,92	1,02	1,11	1,20
45	0,81	0,95	1,07	1,18	1,29	1,39	0,75	0,87	0,99	1,09	1,18	1,28
50	0,86	1,01	1,14	1,26	1,37	1,47	0,79	0,92	1,04	1,15	1,26	1,35
55	0,91	1,06	1,20	1,32	1,44	1,55	0,83	0,97	1,10	1,22	1,32	1,43
60	0,95	1,11	1,26	1,39	1,51	1,63	0,87	1,02	1,15	1,28	1,39	1,50
65	0,99	1,16	1,31	1,45	1,58	1,71	0,91	1,07	1,21	1,33	1,45	1,57
70	1,03	1,21	1,37	1,51	1,65	1,78	0,95	1,11	1,26	1,39	1,51	1,63
75	1,07	1,26	1,42	1,57	1,72	1,85	0,99	1,15	1,30	1,44	1,57	1,70
80	1,11	1,30	1,47	1,63	1,78	1,92	1,02	1,20	1,35	1,50	1,63	1,76
85	1,15	1,35	1,52	1,69	1,84	1,99	1,06	1,24	1,40	1,55	1,69	1,82
90	1,18	1,39	1,57	1,75	1,91	2,06	1,09	1,28	1,44	1,60	1,75	1,88
95	1,22	1,43	1,62	1,80	1,97	2,12	1,12	1,31	1,49	1,65	1,80	1,94
100	1,26	1,47	1,67	1,85	2,03	2,19	1,15	1,35	1,53	1,70	1,85	2,00
110	1,32	1,55	1,76	1,96	2,14	2,31	1,22	1,43	1,62	1,79	1,96	2,11
120	1,39	1,63	1,85	2,06	2,25	2,43	1,28	1,50	1,70	1,88	2,06	2,22
130	1,45	1,71	1,94	2,16	2,36	2,55	1,33	1,57	1,78	1,97	2,16	2,33
140	1,51	1,78	2,03	2,25	2,46	2,67	1,39	1,63	1,85	2,06	2,25	2,43
150	1,57	1,85	2,11	2,34	2,57	2,78	1,44	1,70	1,93	2,14	2,34	2,53
160	1,63	1,92	2,19	2,43	2,67	2,89	1,50	1,76	2,00	2,22	2,43	2,63

Notă: pentru suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare mai mică de 0,33 l/s,debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice de scurgere mai mare de 0,33 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,33 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,33 l/s și linia în trepte)

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.11. Continuare.												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
170	1,69	1,99	2,27	2,52	2,76	2,99	1,55	1,82	2,07	2,30	2,52	2,73
180	1,75	2,06	2,34	2,61	2,86	3,10	1,60	1,88	2,14	2,38	2,61	2,82
190	1,80	2,12	2,42	2,69	2,95	3,20	1,65	1,94	2,21	2,46	2,69	2,92
200	1,85	2,19	2,49	2,78	3,05	3,30	1,70	2,00	2,28	2,53	2,78	3,01
220	1,96	2,31	2,64	2,94	3,23	3,50	1,79	2,11	2,41	2,68	2,94	3,19
240	2,06	2,43	2,78	3,10	3,40	3,69	1,88	2,22	2,53	2,82	3,10	3,36
260	2,16	2,55	2,91	3,25	3,57	3,88	1,97	2,33	2,66	2,96	3,25	3,53
280	2,25	2,67	3,05	3,40	3,74	4,06	2,06	2,43	2,78	3,10	3,40	3,69
300	2,34	2,78	3,18	3,55	3,90	4,24	2,14	2,53	2,89	3,23	3,55	3,85
320	2,43	2,89	3,30	3,69	4,06	4,41	2,22	2,63	3,01	3,36	3,69	4,01
340	2,52	2,99	3,43	3,83	4,22	4,59	2,30	2,73	3,12	3,49	3,83	4,16
360	2,61	3,10	3,55	3,97	4,37	4,75	2,38	2,82	3,23	3,61	3,97	4,31
380	2,69	3,20	3,67	4,11	4,52	4,92	2,46	2,92	3,34	3,73	4,11	4,46
400	2,78	3,30	3,79	4,24	4,67	5,08	2,53	3,01	3,44	3,85	4,24	4,61
425	2,88	3,43	3,93	4,40	4,85	5,29	2,63	3,12	3,57	4,00	4,40	4,79
450	2,98	3,55	4,07	4,56	5,03	5,48	2,72	3,23	3,70	4,14	4,56	4,97
475	3,08	3,67	4,21	4,72	5,21	5,68	2,81	3,34	3,83	4,29	4,72	5,14
500	3,18	3,79	4,35	4,88	5,39	5,87	2,89	3,44	3,95	4,43	4,88	5,31
525	3,27	3,90	4,48	5,03	5,56	6,06	2,98	3,55	4,07	4,56	5,03	5,48
550	3,36	4,02	4,62	5,19	5,73	6,25	3,06	3,65	4,19	4,70	5,19	5,65
575	3,46	4,13	4,75	5,34	5,90	6,43	3,15	3,75	4,31	4,84	5,34	5,82
600	3,55	4,24	4,88	5,48	6,06	6,62	3,23	3,85	4,43	4,97	5,48	5,98
650	3,73	4,46	5,14	5,78	6,39	6,98	3,39	4,05	4,66	5,23	5,78	6,30
700	3,90	4,67	5,39	6,06	6,71	7,33	3,55	4,24	4,88	5,48	6,06	6,62
750	4,07	4,88	5,63	6,34	7,02	7,68	3,70	4,43	5,10	5,74	6,34	6,93
800	4,24	5,08	5,87	6,62	7,33	8,02	3,85	4,61	5,31	5,98	6,62	7,23
850	4,40	5,29	6,11	6,89	7,64	8,36	4,00	4,79	5,53	6,22	6,89	7,53
900	4,56	5,48	6,34	7,16	7,94	8,69	4,14	4,97	5,74	6,46	7,16	7,83
950	4,72	5,68	6,57	7,42	8,23	9,02	4,29	5,14	5,94	6,70	7,42	8,12
1000	4,88	5,87	6,80	7,68	8,53	9,34	4,43	5,31	6,14	6,93	7,68	8,41
1100	5,19	6,25	7,24	8,19	9,10	9,98	4,70	5,65	6,54	7,38	8,19	8,97
1200	5,48	6,62	7,68	8,69	9,66	10,60	4,97	5,98	6,93	7,83	8,69	9,53
1300	5,78	6,98	8,11	9,18	10,22	11,22	5,23	6,30	7,31	8,26	9,18	10,07
1400	6,06	7,33	8,53	9,66	10,76	11,82	5,48	6,62	7,68	8,69	9,66	10,60
1500	6,34	7,68	8,94	10,14	11,29	12,42	5,74	6,93	8,05	9,11	10,14	11,13
1600	6,62	8,02	9,34	10,60	11,82	13,01	5,98	7,23	8,41	9,53	10,60	11,65
1700	6,89	8,36	9,74	11,07	12,34	13,59	6,22	7,53	8,76	9,93	11,07	12,16
1800	7,16	8,69	10,14	11,52	12,86	14,16	6,46	7,83	9,11	10,34	11,52	12,67
1900	7,42	9,02	10,53	11,97	13,37	14,73	6,70	8,12	9,46	10,74	11,97	13,17
2000	7,68	9,34	10,91	12,42	13,87	15,29	6,93	8,41	9,80	11,13	12,42	13,67
2100	7,94	9,66	11,29	12,86	14,37	15,85	7,16	8,69	10,14	11,52	12,86	14,16
2200	8,19	9,98	11,67	13,30	14,87	16,40	7,38	8,97	10,47	11,91	13,30	14,65
2300	8,44	10,29	12,05	13,73	15,36	16,95	7,61	9,25	10,80	12,29	13,73	15,13
2400	8,69	10,60	12,42	14,16	15,85	17,49	7,83	9,53	11,13	12,67	14,16	15,61
2500	8,94	10,91	12,79	14,59	16,33	18,03	8,05	9,80	11,46	13,05	14,59	16,08
2600	9,18	11,22	13,15	15,01	16,81	18,56	8,26	10,07	11,78	13,42	15,01	16,55
2700	9,42	11,52	13,51	15,43	17,29	19,10	8,48	10,34	12,10	13,79	15,43	17,02
2800	9,66	11,82	13,87	15,85	17,76	19,63	8,69	10,60	12,42	14,16	15,85	17,49
2900	9,90	12,12	14,23	16,26	18,23	20,15	8,90	10,87	12,73	14,52	16,26	17,95
3000	10,14	12,42	14,59	16,67	18,70	20,68	9,11	11,13	13,05	14,89	16,67	18,41
3500	11,29	13,87	16,33	18,70	21,00	23,25	10,14	12,42	14,59	16,67	18,70	20,68
4000	12,42	15,29	18,03	20,68	23,25	25,77	11,13	13,67	16,08	18,41	20,68	22,89

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.12. Debitul de calcul pentru apa de scurgere în rețeaua de canalizare, la construcții de locuințe în funție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum a apei pentru: $\dot{V}_{ss}$=3,16 l/s·ap; n_{oz}=19 ore/zi și y=3,08 corespunzător unui grad de asigurare de 999‰.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	140 l/zi·pers.						120 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap						N_a pers/ap					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,83	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,15	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
2,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
2,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
3,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
3,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
4	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34
6	0,33	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,37
7	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	0,33	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40
8	0,33	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43
9	0,33	0,34	0,39	0,42	0,46	0,49	0,33	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46
10	0,33	0,36	0,41	0,45	0,49	0,52	0,33	0,34	0,38	0,41	0,45	0,48
12	0,34	0,40	0,45	0,49	0,54	0,57	0,33	0,37	0,41	0,46	0,49	0,53
14	0,37	0,43	0,49	0,54	0,58	0,62	0,34	0,40	0,45	0,49	0,54	0,57
16	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,37	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62
18	0,42	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71	0,39	0,46	0,51	0,56	0,61	0,66
20	0,45	0,52	0,59	0,65	0,70	0,75	0,41	0,48	0,54	0,60	0,65	0,69
25	0,50	0,59	0,66	0,73	0,79	0,85	0,47	0,54	0,61	0,67	0,73	0,78
30	0,55	0,65	0,73	0,80	0,87	0,94	0,51	0,60	0,67	0,74	0,80	0,86
35	0,60	0,70	0,79	0,87	0,95	1,02	0,55	0,65	0,73	0,80	0,87	0,94
40	0,65	0,75	0,85	0,94	1,02	1,10	0,60	0,69	0,78	0,86	0,94	1,01
45	0,69	0,80	0,90	1,00	1,09	1,17	0,63	0,74	0,83	0,92	1,00	1,07
50	0,73	0,85	0,96	1,06	1,15	1,24	0,67	0,78	0,88	0,97	1,06	1,14
55	0,77	0,89	1,01	1,11	1,21	1,31	0,70	0,82	0,93	1,02	1,11	1,20
60	0,80	0,94	1,06	1,17	1,27	1,37	0,74	0,86	0,97	1,07	1,17	1,26
65	0,84	0,98	1,10	1,22	1,33	1,43	0,77	0,90	1,02	1,12	1,22	1,31
70	0,87	1,02	1,15	1,27	1,39	1,49	0,80	0,94	1,06	1,17	1,27	1,37
75	0,90	1,06	1,19	1,32	1,44	1,55	0,83	0,97	1,10	1,21	1,32	1,42
80	0,94	1,10	1,24	1,37	1,49	1,61	0,86	1,01	1,14	1,26	1,37	1,48
85	0,97	1,13	1,28	1,42	1,54	1,67	0,89	1,04	1,18	1,30	1,42	1,53
90	1,00	1,17	1,32	1,46	1,60	1,72	0,92	1,07	1,21	1,34	1,46	1,58
95	1,03	1,20	1,36	1,51	1,64	1,77	0,95	1,11	1,25	1,38	1,51	1,63
100	1,06	1,24	1,40	1,55	1,69	1,83	0,97	1,14	1,29	1,42	1,55	1,67
110	1,11	1,31	1,48	1,64	1,79	1,93	1,02	1,20	1,36	1,50	1,64	1,77
120	1,17	1,37	1,55	1,72	1,88	2,03	1,07	1,26	1,42	1,58	1,72	1,86
130	1,22	1,43	1,62	1,80	1,97	2,12	1,12	1,31	1,49	1,65	1,80	1,94
140	1,27	1,49	1,69	1,88	2,05	2,22	1,17	1,37	1,55	1,72	1,88	2,03
150	1,32	1,55	1,76	1,95	2,14	2,31	1,21	1,42	1,61	1,79	1,95	2,11
160	1,37	1,61	1,83	2,03	2,22	2,40	1,26	1,48	1,67	1,86	2,03	2,19

Notă: pentru suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare mai mică de 0,33 l/s,debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice de scurgere mai mare de 0,33 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,33 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,33 l/s și linia în trepte)

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.12. Continuare.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
170	1,42	1,67	1,89	2,10	2,30	2,48	1,30	1,53	1,73	1,92	2,10	2,27
180	1,46	1,72	1,95	2,17	2,38	2,57	1,34	1,58	1,79	1,99	2,17	2,35
190	1,51	1,77	2,02	2,24	2,45	2,65	1,38	1,63	1,85	2,05	2,24	2,42
200	1,55	1,83	2,08	2,31	2,53	2,74	1,42	1,67	1,90	2,11	2,31	2,50
220	1,64	1,93	2,19	2,44	2,67	2,90	1,50	1,77	2,01	2,23	2,44	2,64
240	1,72	2,03	2,31	2,57	2,82	3,05	1,58	1,86	2,11	2,35	2,57	2,78
260	1,80	2,12	2,42	2,69	2,95	3,20	1,65	1,94	2,21	2,46	2,69	2,92
280	1,88	2,22	2,53	2,82	3,09	3,35	1,72	2,03	2,31	2,57	2,82	3,05
300	1,95	2,31	2,63	2,93	3,22	3,49	1,79	2,11	2,40	2,68	2,93	3,18
320	2,03	2,40	2,74	3,05	3,35	3,63	1,86	2,19	2,50	2,78	3,05	3,31
340	2,10	2,48	2,84	3,16	3,47	3,77	1,92	2,27	2,59	2,88	3,16	3,43
360	2,17	2,57	2,93	3,28	3,60	3,91	1,99	2,35	2,68	2,98	3,28	3,55
380	2,24	2,65	3,03	3,39	3,72	4,04	2,05	2,42	2,76	3,08	3,39	3,67
400	2,31	2,74	3,13	3,49	3,84	4,17	2,11	2,50	2,85	3,18	3,49	3,79
425	2,39	2,84	3,24	3,62	3,99	4,33	2,19	2,59	2,96	3,30	3,62	3,94
450	2,47	2,93	3,36	3,75	4,13	4,49	2,26	2,68	3,06	3,42	3,75	4,08
475	2,55	3,03	3,47	3,88	4,27	4,65	2,33	2,76	3,16	3,53	3,88	4,22
500	2,63	3,13	3,58	4,01	4,41	4,80	2,40	2,85	3,26	3,64	4,01	4,36
525	2,71	3,22	3,69	4,13	4,55	4,95	2,47	2,93	3,36	3,75	4,13	4,49
550	2,79	3,31	3,80	4,25	4,69	5,10	2,54	3,02	3,45	3,86	4,25	4,63
575	2,86	3,40	3,90	4,37	4,82	5,25	2,61	3,10	3,55	3,97	4,37	4,76
600	2,93	3,49	4,01	4,49	4,95	5,39	2,68	3,18	3,64	4,08	4,49	4,89
650	3,08	3,67	4,21	4,72	5,21	5,68	2,81	3,34	3,83	4,29	4,72	5,14
700	3,22	3,84	4,41	4,95	5,47	5,96	2,93	3,49	4,01	4,49	4,95	5,39
750	3,36	4,01	4,61	5,18	5,72	6,24	3,06	3,64	4,18	4,69	5,18	5,64
800	3,49	4,17	4,80	5,39	5,96	6,51	3,18	3,79	4,36	4,89	5,39	5,88
850	3,62	4,33	4,99	5,61	6,20	6,77	3,30	3,94	4,53	5,08	5,61	6,12
900	3,75	4,49	5,18	5,82	6,44	7,03	3,42	4,08	4,69	5,27	5,82	6,35
950	3,88	4,65	5,36	6,03	6,67	7,29	3,53	4,22	4,86	5,46	6,03	6,58
1000	4,01	4,80	5,54	6,24	6,90	7,55	3,64	4,36	5,02	5,64	6,24	6,81
1100	4,25	5,10	5,89	6,64	7,36	8,05	3,86	4,63	5,33	6,00	6,64	7,26
1200	4,49	5,39	6,24	7,03	7,80	8,54	4,08	4,89	5,64	6,35	7,03	7,69
1300	4,72	5,68	6,57	7,42	8,23	9,02	4,29	5,14	5,94	6,70	7,42	8,12
1400	4,95	5,96	6,90	7,80	8,66	9,49	4,49	5,39	6,24	7,03	7,80	8,54
1500	5,18	6,24	7,23	8,17	9,08	9,96	4,69	5,64	6,53	7,37	8,17	8,95
1600	5,39	6,51	7,55	8,54	9,49	10,42	4,89	5,88	6,81	7,69	8,54	9,36
1700	5,61	6,77	7,86	8,90	9,90	10,87	5,08	6,12	7,09	8,01	8,90	9,76
1800	5,82	7,03	8,17	9,26	10,30	11,31	5,27	6,35	7,37	8,33	9,26	10,16
1900	6,03	7,29	8,48	9,61	10,70	11,76	5,46	6,58	7,64	8,64	9,61	10,55
2000	6,24	7,55	8,78	9,96	11,09	12,19	5,64	6,81	7,91	8,95	9,96	10,93
2100	6,44	7,80	9,08	10,30	11,48	12,63	5,82	7,03	8,17	9,26	10,30	11,31
2200	6,64	8,05	9,38	10,64	11,87	13,05	6,00	7,26	8,44	9,56	10,64	11,69
2300	6,84	8,30	9,67	10,98	12,25	13,48	6,18	7,48	8,70	9,86	10,98	12,07
2400	7,03	8,54	9,96	11,31	12,63	13,90	6,35	7,69	8,95	10,16	11,31	12,44
2500	7,23	8,78	10,25	11,65	13,00	14,32	6,53	7,91	9,21	10,45	11,65	12,81
2600	7,42	9,02	10,53	11,98	13,37	14,73	6,70	8,12	9,46	10,74	11,98	13,17
2700	7,61	9,26	10,81	12,30	13,74	15,14	6,87	8,33	9,71	11,03	12,30	13,54
2800	7,80	9,49	11,09	12,63	14,11	15,55	7,03	8,54	9,96	11,31	12,63	13,90
2900	7,99	9,73	11,37	12,95	14,47	15,96	7,20	8,75	10,20	11,60	12,95	14,26
3000	8,17	9,96	11,65	13,27	14,83	16,36	7,37	8,95	10,45	11,88	13,27	14,61
3500	9,08	11,09	13,00	14,83	16,61	18,34	8,17	9,96	11,65	13,27	14,83	16,36
4000	9,96	12,19	14,32	16,36	18,34	20,28	8,95	10,93	12,81	14,61	16,36	18,06

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.13. Debitul de calcul pentru apa de scurgere în rețeaua de canalizare, la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum a apei pentru: $\dot{V}_{ap}$=2,31 l/s·ap; n_{oz}=19 ore/zi și y=2,88 corespunzător unui grad de asigurare de 998‰.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	140 l/zi·pers.						120 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap						N_a pers/ap					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,66	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,83	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,15	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
2,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
2,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
3,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
3,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
4	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
5	0,33	0,33	0,33	0,35	0,37	0,40	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35	0,37
6	0,33	0,33	0,35	0,38	0,41	0,44	0,33	0,33	0,33	0,35	0,38	0,41
7	0,33	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,33	0,33	0,35	0,38	0,41	0,44
8	0,33	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51	0,33	0,33	0,37	0,41	0,44	0,47
9	0,33	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,33	0,35	0,39	0,43	0,47	0,50
10	0,35	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,53
12	0,38	0,44	0,50	0,55	0,59	0,64	0,35	0,41	0,46	0,50	0,55	0,59
14	0,41	0,48	0,54	0,59	0,64	0,69	0,38	0,44	0,50	0,55	0,59	0,64
16	0,44	0,51	0,58	0,64	0,69	0,74	0,41	0,47	0,53	0,59	0,64	0,68
18	0,47	0,55	0,61	0,68	0,74	0,79	0,43	0,50	0,57	0,62	0,68	0,73
20	0,50	0,58	0,65	0,72	0,78	0,84	0,46	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77
25	0,56	0,65	0,73	0,81	0,88	0,95	0,51	0,60	0,67	0,74	0,81	0,87
30	0,61	0,72	0,81	0,89	0,97	1,05	0,57	0,66	0,74	0,82	0,89	0,96
35	0,67	0,78	0,88	0,97	1,06	1,14	0,61	0,72	0,81	0,89	0,97	1,05
40	0,72	0,84	0,95	1,05	1,14	1,23	0,66	0,77	0,87	0,96	1,05	1,13
45	0,76	0,89	1,01	1,12	1,22	1,31	0,70	0,82	0,93	1,02	1,12	1,20
50	0,81	0,95	1,07	1,18	1,29	1,39	0,74	0,87	0,98	1,09	1,18	1,27
55	0,85	1,00	1,13	1,25	1,36	1,47	0,78	0,92	1,04	1,14	1,25	1,34
60	0,89	1,05	1,18	1,31	1,43	1,54	0,82	0,96	1,09	1,20	1,31	1,41
65	0,93	1,09	1,24	1,37	1,49	1,61	0,86	1,00	1,14	1,26	1,37	1,48
70	0,97	1,14	1,29	1,43	1,56	1,68	0,89	1,05	1,18	1,31	1,43	1,54
75	1,01	1,18	1,34	1,49	1,62	1,75	0,93	1,09	1,23	1,36	1,49	1,60
80	1,05	1,23	1,39	1,54	1,68	1,82	0,96	1,13	1,27	1,41	1,54	1,66
85	1,08	1,27	1,44	1,59	1,74	1,88	0,99	1,16	1,32	1,46	1,59	1,72
90	1,12	1,31	1,49	1,65	1,80	1,95	1,02	1,20	1,36	1,51	1,65	1,78
95	1,15	1,35	1,53	1,70	1,86	2,01	1,06	1,24	1,40	1,56	1,70	1,84
100	1,18	1,39	1,58	1,75	1,91	2,07	1,09	1,27	1,44	1,60	1,75	1,89
110	1,25	1,47	1,67	1,85	2,02	2,19	1,14	1,34	1,53	1,69	1,85	2,00
120	1,31	1,54	1,75	1,95	2,13	2,30	1,20	1,41	1,60	1,78	1,95	2,10
130	1,37	1,61	1,83	2,04	2,23	2,42	1,26	1,48	1,68	1,86	2,04	2,20
140	1,43	1,68	1,91	2,13	2,33	2,52	1,31	1,54	1,75	1,95	2,13	2,30
150	1,49	1,75	1,99	2,22	2,43	2,63	1,36	1,60	1,82	2,03	2,22	2,40
160	1,54	1,82	2,07	2,30	2,52	2,74	1,41	1,66	1,89	2,10	2,30	2,49

Notă: pentru suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare mai mică de 0,33 l/s,debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice de scurgere mai mare de 0,33 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,33 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,33 l/s și linia în trepte)

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.13. Continuare.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
170	1,59	1,88	2,14	2,39	2,62	2,84	1,46	1,72	1,96	2,18	2,39	2,59
180	1,65	1,95	2,22	2,47	2,71	2,94	1,51	1,78	2,03	2,25	2,47	2,68
190	1,70	2,01	2,29	2,55	2,80	3,04	1,56	1,84	2,09	2,33	2,55	2,77
200	1,75	2,07	2,36	2,63	2,89	3,13	1,60	1,89	2,15	2,40	2,63	2,85
220	1,85	2,19	2,50	2,79	3,06	3,32	1,69	2,00	2,28	2,54	2,79	3,02
240	1,95	2,30	2,63	2,94	3,23	3,51	1,78	2,10	2,40	2,68	2,94	3,19
260	2,04	2,42	2,76	3,09	3,39	3,69	1,86	2,20	2,52	2,81	3,09	3,35
280	2,13	2,52	2,89	3,23	3,55	3,86	1,95	2,30	2,63	2,94	3,23	3,51
300	2,22	2,63	3,01	3,37	3,71	4,03	2,03	2,40	2,74	3,06	3,37	3,66
320	2,30	2,74	3,13	3,51	3,86	4,20	2,10	2,49	2,85	3,19	3,51	3,81
340	2,39	2,84	3,25	3,64	4,01	4,37	2,18	2,59	2,96	3,31	3,64	3,96
360	2,47	2,94	3,37	3,77	4,16	4,53	2,25	2,68	3,06	3,43	3,77	4,11
380	2,55	3,04	3,48	3,90	4,30	4,69	2,33	2,77	3,17	3,55	3,90	4,25
400	2,63	3,13	3,60	4,03	4,45	4,85	2,40	2,85	3,27	3,66	4,03	4,39
425	2,73	3,25	3,74	4,19	4,62	5,04	2,49	2,96	3,39	3,80	4,19	4,56
450	2,83	3,37	3,87	4,35	4,80	5,23	2,57	3,06	3,52	3,94	4,35	4,73
475	2,92	3,48	4,01	4,50	4,97	5,42	2,66	3,17	3,64	4,08	4,50	4,90
500	3,01	3,60	4,14	4,65	5,14	5,61	2,74	3,27	3,76	4,21	4,65	5,07
525	3,10	3,71	4,27	4,80	5,30	5,79	2,83	3,37	3,87	4,35	4,80	5,23
550	3,19	3,82	4,40	4,94	5,47	5,97	2,91	3,47	3,99	4,48	4,94	5,39
575	3,28	3,93	4,52	5,09	5,63	6,15	2,99	3,56	4,10	4,61	5,09	5,55
600	3,37	4,03	4,65	5,23	5,79	6,33	3,06	3,66	4,21	4,73	5,23	5,71
650	3,54	4,24	4,90	5,51	6,10	6,68	3,22	3,85	4,43	4,99	5,51	6,02
700	3,71	4,45	5,14	5,79	6,41	7,02	3,37	4,03	4,65	5,23	5,79	6,33
750	3,87	4,65	5,37	6,06	6,72	7,35	3,52	4,21	4,86	5,47	6,06	6,63
800	4,03	4,85	5,61	6,33	7,02	7,68	3,66	4,39	5,07	5,71	6,33	6,92
850	4,19	5,04	5,83	6,59	7,31	8,01	3,80	4,56	5,27	5,94	6,59	7,21
900	4,35	5,23	6,06	6,85	7,60	8,33	3,94	4,73	5,47	6,17	6,85	7,50
950	4,50	5,42	6,28	7,10	7,89	8,65	4,08	4,90	5,67	6,40	7,10	7,78
1000	4,65	5,61	6,50	7,35	8,17	8,97	4,21	5,07	5,87	6,63	7,35	8,06
1100	4,94	5,97	6,93	7,85	8,73	9,59	4,48	5,39	6,25	7,07	7,85	8,61
1200	5,23	6,33	7,35	8,33	9,28	10,19	4,73	5,71	6,63	7,50	8,33	9,14
1300	5,51	6,68	7,77	8,81	9,81	10,79	4,99	6,02	6,99	7,92	8,81	9,67
1400	5,79	7,02	8,17	9,28	10,34	11,38	5,23	6,33	7,35	8,33	9,28	10,19
1500	6,06	7,35	8,57	9,74	10,86	11,96	5,47	6,63	7,71	8,74	9,74	10,70
1600	6,33	7,68	8,97	10,19	11,38	12,53	5,71	6,92	8,06	9,14	10,19	11,21
1700	6,59	8,01	9,35	10,64	11,88	13,09	5,94	7,21	8,40	9,54	10,64	11,71
1800	6,85	8,33	9,74	11,08	12,39	13,65	6,17	7,50	8,74	9,93	11,08	12,20
1900	7,10	8,65	10,12	11,52	12,88	14,21	6,40	7,78	9,08	10,32	11,52	12,69
2000	7,35	8,97	10,49	11,96	13,37	14,76	6,63	8,06	9,41	10,70	11,96	13,17
2100	7,60	9,28	10,86	12,39	13,86	15,30	6,85	8,33	9,74	11,08	12,39	13,65
2200	7,85	9,59	11,23	12,81	14,35	15,84	7,07	8,61	10,06	11,46	12,81	14,13
2300	8,09	9,89	11,60	13,23	14,82	16,37	7,28	8,88	10,39	11,83	13,23	14,60
2400	8,33	10,19	11,96	13,65	15,30	16,91	7,50	9,14	10,70	12,20	13,65	15,07
2500	8,57	10,49	12,32	14,07	15,77	17,43	7,71	9,41	11,02	12,57	14,07	15,53
2600	8,81	10,79	12,67	14,48	16,24	17,96	7,92	9,67	11,34	12,93	14,48	15,99
2700	9,04	11,08	13,02	14,89	16,71	18,48	8,13	9,93	11,65	13,29	14,89	16,45
2800	9,28	11,38	13,37	15,30	17,17	19,00	8,33	10,19	11,96	13,65	15,30	16,91
2900	9,51	11,67	13,72	15,70	17,63	19,51	8,54	10,45	12,26	14,01	15,70	17,36
3000	9,74	11,96	14,07	16,11	18,09	20,02	8,74	10,70	12,57	14,36	16,11	17,81
3500	10,86	13,37	15,77	18,09	20,34	22,55	9,74	11,96	14,07	16,11	18,09	20,02
4000	11,96	14,76	17,43	20,02	22,55	25,02	10,70	13,17	15,53	17,81	20,02	22,19

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.14. Debitul de calcul pentru apa de scurgere în rețeaua de canalizare, la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare și ale punctelor de consum a apei pentru: $\dot{V}_{aa}=2,31$ l/s·ap; $n_{oz}=19$ ore/zi și $y=2,88$ corespunzător unui grad de asigurare de 998‰.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	140 l/zi·pers.						120 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap						N_a pers/ap					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
0,50	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,66	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,83	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
1,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
1,32	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
2,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
2,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
3,0	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
3,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
4	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
6	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35	0,37	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
7	0,33	0,33	0,33	0,35	0,37	0,40	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,36
8	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43	0,33	0,33	0,33	0,33	0,36	0,38
9	0,33	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	0,33	0,33	0,33	0,35	0,38	0,41
10	0,33	0,34	0,38	0,42	0,45	0,48	0,33	0,33	0,34	0,37	0,40	0,43
12	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,53	0,33	0,33	0,37	0,41	0,44	0,47
14	0,35	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,33	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51
16	0,37	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,33	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55
18	0,39	0,46	0,51	0,57	0,61	0,66	0,35	0,41	0,46	0,50	0,55	0,59
20	0,42	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70	0,37	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62
25	0,47	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	0,42	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70
30	0,51	0,60	0,67	0,74	0,81	0,87	0,46	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77
35	0,56	0,65	0,73	0,81	0,88	0,95	0,50	0,58	0,65	0,72	0,78	0,84
40	0,60	0,70	0,79	0,87	0,95	1,02	0,53	0,62	0,70	0,77	0,84	0,90
45	0,64	0,74	0,84	0,93	1,01	1,09	0,57	0,66	0,74	0,82	0,89	0,96
50	0,67	0,79	0,89	0,98	1,07	1,15	0,60	0,70	0,79	0,87	0,95	1,02
55	0,71	0,83	0,94	1,04	1,13	1,21	0,63	0,74	0,83	0,92	1,00	1,07
60	0,74	0,87	0,98	1,09	1,18	1,27	0,66	0,77	0,87	0,96	1,05	1,13
65	0,78	0,91	1,03	1,14	1,24	1,33	0,69	0,80	0,91	1,00	1,09	1,18
70	0,81	0,95	1,07	1,18	1,29	1,39	0,72	0,84	0,95	1,05	1,14	1,23
75	0,84	0,98	1,11	1,23	1,34	1,44	0,74	0,87	0,98	1,09	1,18	1,27
80	0,87	1,02	1,15	1,27	1,39	1,50	0,77	0,90	1,02	1,13	1,23	1,32
85	0,90	1,05	1,19	1,32	1,44	1,55	0,80	0,93	1,05	1,16	1,27	1,37
90	0,93	1,09	1,23	1,36	1,49	1,60	0,82	0,96	1,09	1,20	1,31	1,41
95	0,96	1,12	1,27	1,40	1,53	1,65	0,85	0,99	1,12	1,24	1,35	1,46
100	0,98	1,15	1,30	1,44	1,58	1,70	0,87	1,02	1,15	1,27	1,39	1,50
110	1,04	1,21	1,38	1,53	1,67	1,80	0,92	1,07	1,21	1,34	1,47	1,58
120	1,09	1,27	1,44	1,60	1,75	1,89	0,96	1,13	1,27	1,41	1,54	1,66
130	1,14	1,33	1,51	1,68	1,83	1,98	1,00	1,18	1,33	1,48	1,61	1,74
140	1,18	1,39	1,58	1,75	1,91	2,07	1,05	1,23	1,39	1,54	1,68	1,82
150	1,23	1,44	1,64	1,82	1,99	2,15	1,09	1,27	1,44	1,60	1,75	1,89
160	1,27	1,50	1,70	1,89	2,07	2,24	1,13	1,32	1,50	1,66	1,82	1,96

Notă: pentru suma debitelor specifice de scurgere ale obiectelor sanitare mai mică de 0,33 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice de scurgere mai mare de 0,33 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,33 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,33 l/s și linia în trepte)

Anexa I.3.3.

Tabelul 3.3.14. Continuare.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
170	1,32	1,55	1,76	1,96	2,14	2,32	1,16	1,37	1,55	1,72	1,88	2,03
180	1,36	1,60	1,82	2,03	2,22	2,40	1,20	1,41	1,60	1,78	1,95	2,10
190	1,40	1,65	1,88	2,09	2,29	2,48	1,24	1,46	1,65	1,84	2,01	2,17
200	1,44	1,70	1,94	2,15	2,36	2,56	1,27	1,50	1,70	1,89	2,07	2,24
220	1,53	1,80	2,05	2,28	2,50	2,71	1,34	1,58	1,80	2,00	2,19	2,37
240	1,60	1,89	2,15	2,40	2,63	2,85	1,41	1,66	1,89	2,10	2,30	2,49
260	1,68	1,98	2,26	2,52	2,76	2,99	1,48	1,74	1,98	2,20	2,42	2,62
280	1,75	2,07	2,36	2,63	2,89	3,13	1,54	1,82	2,07	2,30	2,52	2,74
300	1,82	2,15	2,46	2,74	3,01	3,27	1,60	1,89	2,15	2,40	2,63	2,85
320	1,89	2,24	2,56	2,85	3,13	3,40	1,66	1,96	2,24	2,49	2,74	2,97
340	1,96	2,32	2,65	2,96	3,25	3,53	1,72	2,03	2,32	2,59	2,84	3,08
360	2,03	2,40	2,74	3,06	3,37	3,66	1,78	2,10	2,40	2,68	2,94	3,19
380	2,09	2,48	2,83	3,17	3,48	3,79	1,84	2,17	2,48	2,77	3,04	3,30
400	2,15	2,56	2,92	3,27	3,60	3,91	1,89	2,24	2,56	2,85	3,13	3,40
425	2,23	2,65	3,03	3,39	3,74	4,06	1,96	2,32	2,65	2,96	3,25	3,53
450	2,31	2,74	3,14	3,52	3,87	4,21	2,03	2,40	2,74	3,06	3,37	3,66
475	2,38	2,83	3,25	3,64	4,01	4,36	2,09	2,48	2,83	3,17	3,48	3,79
500	2,46	2,92	3,35	3,76	4,14	4,51	2,15	2,56	2,92	3,27	3,60	3,91
525	2,53	3,01	3,46	3,87	4,27	4,65	2,22	2,63	3,01	3,37	3,71	4,03
550	2,60	3,10	3,56	3,99	4,40	4,79	2,28	2,71	3,10	3,47	3,82	4,15
575	2,67	3,18	3,66	4,10	4,52	4,93	2,34	2,78	3,18	3,56	3,93	4,27
600	2,74	3,27	3,76	4,21	4,65	5,07	2,40	2,85	3,27	3,66	4,03	4,39
650	2,88	3,44	3,95	4,43	4,90	5,34	2,52	2,99	3,44	3,85	4,24	4,62
700	3,01	3,60	4,14	4,65	5,14	5,61	2,63	3,13	3,60	4,03	4,45	4,85
750	3,14	3,76	4,32	4,86	5,37	5,87	2,74	3,27	3,76	4,21	4,65	5,07
800	3,27	3,91	4,51	5,07	5,61	6,12	2,85	3,40	3,91	4,39	4,85	5,29
850	3,39	4,06	4,68	5,27	5,83	6,38	2,96	3,53	4,06	4,56	5,04	5,50
900	3,52	4,21	4,86	5,47	6,06	6,63	3,06	3,66	4,21	4,73	5,23	5,71
950	3,64	4,36	5,03	5,67	6,28	6,87	3,17	3,79	4,36	4,90	5,42	5,92
1000	3,76	4,51	5,20	5,87	6,50	7,11	3,27	3,91	4,51	5,07	5,61	6,12
1100	3,99	4,79	5,54	6,25	6,93	7,59	3,47	4,15	4,79	5,39	5,97	6,53
1200	4,21	5,07	5,87	6,63	7,35	8,06	3,66	4,39	5,07	5,71	6,33	6,92
1300	4,43	5,34	6,19	6,99	7,77	8,52	3,85	4,62	5,34	6,02	6,68	7,31
1400	4,65	5,61	6,50	7,35	8,17	8,97	4,03	4,85	5,61	6,33	7,02	7,68
1500	4,86	5,87	6,81	7,71	8,57	9,41	4,21	5,07	5,87	6,63	7,35	8,06
1600	5,07	6,12	7,11	8,06	8,97	9,85	4,39	5,29	6,12	6,92	7,68	8,42
1700	5,27	6,38	7,41	8,40	9,35	10,28	4,56	5,50	6,38	7,21	8,01	8,79
1800	5,47	6,63	7,71	8,74	9,74	10,70	4,73	5,71	6,63	7,50	8,33	9,14
1900	5,67	6,87	8,00	9,08	10,12	11,13	4,90	5,92	6,87	7,78	8,65	9,50
2000	5,87	7,11	8,29	9,41	10,49	11,54	5,07	6,12	7,11	8,06	8,97	9,85
2100	6,06	7,35	8,57	9,74	10,86	11,96	5,23	6,33	7,35	8,33	9,28	10,19
2200	6,25	7,59	8,85	10,06	11,23	12,37	5,39	6,53	7,59	8,61	9,59	10,53
2300	6,44	7,83	9,13	10,39	11,60	12,77	5,55	6,72	7,83	8,88	9,89	10,87
2400	6,63	8,06	9,41	10,70	11,96	13,17	5,71	6,92	8,06	9,14	10,19	11,21
2500	6,81	8,29	9,68	11,02	12,32	13,57	5,87	7,11	8,29	9,41	10,49	11,54
2600	6,99	8,52	9,96	11,34	12,67	13,97	6,02	7,31	8,52	9,67	10,79	11,87
2700	7,17	8,74	10,22	11,65	13,02	14,36	6,17	7,50	8,74	9,93	11,08	12,20
2800	7,35	8,97	10,49	11,96	13,37	14,76	6,33	7,68	8,97	10,19	11,38	12,53
2900	7,53	9,19	10,76	12,26	13,72	15,15	6,48	7,87	9,19	10,45	11,67	12,85
3000	7,71	9,41	11,02	12,57	14,07	15,53	6,63	8,06	9,41	10,70	11,96	13,17
3500	8,57	10,49	12,32	14,07	15,77	17,43	7,35	8,97	10,49	11,96	13,37	14,76
4000	9,41	11,54	13,57	15,53	17,43	19,29	8,06	9,85	11,54	13,17	14,76	16,30

Tabelul 3.3.24 Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere aferente unei clădiri de locuit având P+4 etaje (exemplul de calcul 1; fig. 3.3.31 - calcul cu utilizarea sumei debitelor specifice de curgere $\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s])

Nr. tronson	Nr. și felul obiectelor sanitare racordate la fiecare tronson	$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]	$\dot{V}_{s\,max}$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	Conducte verticale		Conducte orizontale								Justificarea alegerii diametrelor
						$\dot{V}_{max}$ coloană [l/s]	d [mm]	Panta	d [mm]	v_{sp} [m/s]	$\dot{V}_{sp}$ [l/s]	x	u	z	v_r [m/s]	
Coloana M2																
2.1	1S	0,33	0,33	0,33	0,33			0,035	50	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.2	1S	0,33	0,33	0,33	0,33	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3	1S+1C	2,33	0,33	2,00	2,33	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.4	1S+1C+1B+1L	3,16	0,33	2,00	2,33	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.5	2S+2C+2B+2L	6,32	0,40	2,00	2,40	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.6	3S+3C+3B+3L	9,48	0,49	2,00	2,49	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.7	4S+4C+4B+4L	12,64	0,57	2,00	2,57	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8.v	5S+5C+5B+5L	15,80	0,64	2,00	2,64	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8.o	5S+5C+5B+5L	15,80	0,64	2,00	2,64	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,20	0,29	0,81	1,26	
2.9	10S+10C+10B+10L	31,60	0,93	2,00	2,93	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,22	0,31	0,84	1,30	
2.10	20S+20C+20B+20L	63,20	1,36	2,00	3,36	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,25	0,33	0,86	1,33	
Conducte de legătură la coloana M2																
2.3.1	1B	0,66	0,66	0,66	0,66	-	-	0,035	40	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.3.2	1L	0,17	0,17	0,17	0,17	-	-	0,035	32	-	-	-	-	-	-	
2.3.3	1B+1L	0,83	0,33	0,66	0,99	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,50	0,50	1,00	1,21	
Coloanele: M1 (traseul 1.1…1.8.o); M3 (traseul 3.1…3.8.o); și M4 (traseul 4.1…4.8.o) au aceleași dimensiuni cu coloana M2 (traseul 2.1…2.8.o)																

Tabelul 3.3.25. Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere aferente unei clădiri de locuit având P+4 etaje (exemplul de calcul 1, cu utilizarea sumei echivalenților de debit $E = \Sigma E_s$; fig. 3.3.31)

Nr. tronson	Nr. și felul obiectelor sanitare racordate la fiecare tronson	$E=\Sigma E_s$	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]	$\dot{V}_{s\,max}$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	Conducte verticale		Conducte orizontale								Justificarea alegerii diametrelor
						$\dot{V}_{max}$ coloană [l/s]	d [mm]	Panta	d [mm]	v_{sp} [m/s]	$\dot{V}_{sp}$ [l/s]	x	u	z	v_r [m/s]	
Coloana M2																
2.1	1S	1,0	0,33	0,33	0,33			0,035	50	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.2	1S	1,0	0,33	0,33	0,33	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.3	1S+1C	7,0	0,36	2,00	2,36	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.4	1S+1C+1B+1L	9,5	0,42	2,00	2,42	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.5	2S+2C+2B+2L	19,0	0,62	2,00	2,62	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.6	3S+3C+3B+3L	28,5	0,76	2,00	2,76	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.7	4S+4C+4B+4L	38,0	0,88	2,00	2,88	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8.v	5S+5C+5B+5L	47,5	0,98	2,00	2,98	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8.o	5S+5C+5B+5L	47,5	0,98	2,00	2,98			0,02	110	1,55	13,32	0,22	0,31	0,83	1,29	
2.9	10S+10C+10B+10L	95,0	1,46	2,00	3,46			0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,87	1,35	
2.1.o	20S+20C+20B+20L	190,0	2,16	2,00	4,16			0,02	110	1,55	13,32	0,31	0,37	0,91	1,41	
Conducte de legătură la coloana M2																
2.3.1	1B	2,0	0,66	0,66	0,66			0,035	40	-	-	-	-	-	-	Ca racordul obiectului
2.3.2	1L	0,5	0,17	0,17	0,17			0,035	32	-	-	-	-	-	-	
2.3.3	1B+1L	2,5	0,33	0,66	0,99			0,035	50	1,21	1,97	0,50	0,50	1,00	1,21	
Coloanele: M1 (traseul 1.1…1.8.o); M3 (traseul 3.1…3.8.o); și M4 (traseul 4.1…4.8.o) au aceleași dimensiuni cu coloana M2 (traseul 2.1…2.8.o)																

Tabelul 3.3.26. Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor uzate menajere la o anexă socială a unei hale industriale (exemplul de calcul 2, fig. 3.3.32)

Nr. tronson	Nr. și felul obiectelor sanitare racordate la fiecare tronson	$\Sigma n\dot{V}_c$	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]	$\dot{V}_{s\,max}$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	Conducte verticale: $\dot{V}_{max}$ [l/s]	Conducte verticale: d [mm]	Conducte orizontale: Panta de montare	d [mm]	v_{sp} [m/s]	$\dot{V}_{sp}$ [l/s]	x	u	z	v_r [m/s]	Justificarea alegerii diametrelor
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Coloana M1 (traseul 1.1....1.10)																
1.1	1L	0,17	0,17	-	0,17	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	La tronsonul I.4 dimensiunea minimă necesară este de 50 mm. S-a ales d_n 125 mm pentru asigurarea unui diametru constant
1.2	2L	0,34	0,34	0,17	0,50	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
1.3	3L	0,51	0,51	0,17	0,66	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,33	0,39	0,92	1,11	
1.4	3L	0,51	0,51	0,17	0,66	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.5	3L+3C	3,96	3,46	1,15	4,61	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.6	6L+3C	4,47	3,67	1,15	4,82	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.7	6L+6C+3P	8,07	4,94	1,15	6,09	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.8	9L+6C+3P	8,58	5,09	1,15	6,24	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.9.v	9L+9C+3P	12,03	6,03	1,15	7,18	9,75	160	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.9.o	9L+9C+3P	12,03	6,03	1,15	7,18	-	-	0,01	160	1,36	24,76	0,29	0,36	0,89	1,21	
1.10	16L+13C+3P+3D	18,81	7,55	1,15	8,70	-	-	0,01	160	1,36	24,76	0,35	0,41	0,93	1,26	
Conducte de legătură la coloana M1																
1.4.1	1C	1,15	1,15	-	1,15	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,08	0,18	0,66	1,02	
1.4.2	2C	2,30	2,31	1,15	3,46	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,87	1,35	
1.4.3	3C	3,45	3,24	1,15	4,34	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,33	0,39	0,92	1,42	
Traseul 1.5.1...1.5.3; 1.7.1...1.7.7.3. la fel cu traseul 1.1...1.3																
Traseul 1.6.1...1.6.4																
1.6.1	1C	1,15	1,15	-	1,15	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,08	0,018	0,66	1,02	
1.6.2	2C	2,30	2,31	1,15	3,46	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,82	1,35	
1.6.3	3C	3,45	3,24	1,15	4,39	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,33	0,39	0,92	1,42	
1.6.4	3C+3P	3,6	3,31	1,15	4,46	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,34	0,40	0,925	1,43	
Traseul 1.6.4.1...1.6.4.3																
1.6.4.1	1P	0,05	0,05	-	0,05	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,02	0,10	0,50	0,60	
1.6.4.2	2P	0,10	0,10	0,05	0,15	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,07	0,17	0,64	0,77	
1.6.4.3.o	3P	0,15	0,15	0,05	0,20	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,10	0,20	0,69	0,83	
1.6.4.4.v	3P	0,15	0,15	0,05	0,20	1,12	50	-	-	-	-	-	-	-	-	
Traseul 1.8.1...1.8.3 la fel cu traseul 1.4.1...1.4.3																
Coloana M2 (traseul 2.1...2.9.o)																
2.1	1L	0,17	0,17	-	0,17	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	
2.2	2L	0,34	0,33	0,17	0,50	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
2.3	3L	0,51	0,49	0,17	0,66	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,33	0,39	0,92	1,11	
2.4	3L	0,51	0,49	0,17	0,66	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.5	3L+3D	1,50	1,48	0,33	1,81	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.6	6L+3D	2,10	1,98	0,33	2,31	4,55	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.7	6L+3D+3C	5,46	4,06	1,15	5,21	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.8	7L+3D+3C	5,63	4,12	1,15	5,27	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.9.v	7L+3D+4C	6,78	4,52	1,15	5,67	6,5	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.9.o	7L+3D+4C	6,78	4,52	1,15	5,67	-	-	0,015	125	1,44	16	0,35	0,41	0,93	1,33	

Tabelul 3.3.26 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Conducte de legătură la coloana M_2																
Traseul 2.4.1...2.4.3																
2.4.1	1D	0,33	0,33	-	0,33	-	-	0,025	75	1,35	5,29	0,06	0,16	0,63	0,85	
2.4.2	2D	0,66	0,66	0,33	0,99	-	-	0,025	75	1,35	5,29	0,19	0,28	0,80	1,08	
2.4.3	3D	0,99	0,99	0,33	1,32	-	-	0,025	75	1,35	5,29	0,25	0,33	0,86	1,16	
Traseul 2.5.1...2.5.3																
2.5.1	1L	0,17	0,17	-	0,17	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,08	0,18	0,66	0,79	
2.5.2	2L	0,34	0,34	1,17	0,51	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,26	0,34	0,87	1,05	
2.5.3	3L	0,51	0,49	1,17	0,66	-	-	0,035	50	1,21	1,97	0,33	0,39	0,92	1,11	
Traseul 2.6.1...2.6.3																
2.6.1	1C	1,15	1,15	-	1,15	-	-	0.02	110	1,55	13,32	0,08	0,18	0,66	1,02	
2.6.2	2C	2,30	2,31	1,15	3,46	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,87	1,35	
2.6.3	3C	3,45	3,24	1,15	4,39	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,33	0,39	0,92	1,42	

3.4. Instalații interioare de canalizare a apelor uzate industriale

3.4.1. Soluții constructive pentru rețelele interioare de canalizare a apelor uzate industriale

Apele de canalizare provenite din industrii se diferențiază după acțiunea dăunătoare față de rețeaua de canalizare sau stația de epurare în funcție de:

- natura, concentrația și mărimea (dimensiunile) substanțelor în suspensie care pot provoca eroziuni ale canalelor sau se pot depune prin sedimentare, modificând regimul hidraulic al curgerii;
- natura și concentrația substanțelor cu agresivitate chimică asupra materialelor care sunt folosite în mod curent la construcția rețelelor de canalizare și stațiilor de epurare a apelor uzate industriale;
- natura și concentrația substanțelor chimice și organice, în stare de suspensie sau dizolvate, care, în această stare, sau prin evaporare, îngreunează exploatarea rețelei de canalizare și a stației de epurare sau pot provoca împreună cu aerul amestecuri detonante;
- temperaturi mai mari de 50° C;
- variațiile debitelor de ape uzate industriale, care pot da naștere la șocuri sau la punerea sub presiune a unor elemente componente ale canalizării care, în mod normal, nu rezistă la solicitările respective.

Ținând seama de cele arătate mai sus, apele uzate industriale pot fi grupate în: ape uzate convențional curate și ape uzate cu concentrații de nocivități (de natură chimică, minerală sau organică), o atenție deosebită acordându-se apelor impurificate chimic.

Comparativ cu instalațiile de canalizare aferente clădirilor de locuit și social - culturale, instalațiile de canalizare din hale industriale prezintă unele particularități de concepție, proiectare, executare și exploatare referitoare la :

- sistemul (procedeul) de canalizare;
- modul de alcătuire și pozare (amplasare) a rețelelor interioare de canalizare;
- materialele utilizate pentru realizarea rețelelor de canalizare.

Instalațiile interioare de canalizare a apelor provenite din procesele tehnologice pot fi comune cu cele de canalizare menajeră, sistem unitar, sau separate de acestea, cum este cazul rețelelor interioare de canalizare a apelor impurificate chimic. Aceste ape sunt colectate și transportate printr-o rețea de conducte, de regulă, din gresie antiacidă, la o stație de neutralizare amplasată în incintă, după care, sunt evacuate în rețeaua exterioară de canalizare. Pe rețeaua interioară se prevăd, după caz, cămine de vizitare (fig. 3.4.1) căptușite cu plăci din gresie ceramică antiacidă.

3.4.2. Materiale specifice instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate industriale

Pe lângă materialele cunoscute (țevi din PVC, PE, PP, tuburi din fontă de scurgere, țevi din plumb de scurgere etc.) în canalizările industriale, în funcție de calitățile apelor uzate se mai folosesc: tuburi din gresie ceramică antiacidă, din bazalt artificial, din poliester armat cu fibre din sticlă etc.

Tuburile și piesele de legătură din gresie ceramică antiacidă (fig. 3.4.2) se folosesc pentru canalizarea apelor chimic agresive, având temperaturi mai mari de 50° C, în regim de curgere cu nivel liber sau cu presiuni până la maximum 0,5 bar. Sunt impermeabile la apă și gaze și au rezistență chimică și mecanică mare. Datorită glazurii cu care sunt acoperite, suprafața lor este netedă, asigurând o rezistență mică la curgerea apei.

Toate tuburile și piesele de legătură au secțiuni circulare și se fabrică cu diametre nominale de 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 mm.

Atât tuburile, cât și piesele de legătură, se fabrică în mai multe variante după cum sunt prevăzute la capete cu mufe (fig.3.4.2 a) sau cu flanșe (fig. 3.4.2 b) pentru îmbinare.

În vederea îmbinării și etanșării îmbinărilor, mufele de racordare de la capetele tuburilor și pieselor fasonate sunt prevăzute cu 2...5 șanțuri inelare (caneluri) pe suprafața lor interioară, iar capetele fără mufă ale tuburilor sunt prevăzute cu 2...5 șanțuri inelare pe suprafața lor exterioară, pe o porțiune egală cu lungimea mufei (șanțurile mufei și suprafața capătului care intră în mufă pot fi neglazurate); de asemenea, le cu flanșă sunt prevăzute pe suprafețele lor frontale cu 1 sau 2 șanțuri inelare (2 șanțuri au tuburile și piesele de legătură cu D_n>100 mm).

Îmbinarea tuburilor cu flanșe se realizează cu ajutorul unor inele intermediare de etanșare. Pentru etanșarea îmbinării tuburilor cu mufe cu caneluri se folosesc garnituri din cauciuc având o formă specială (fig. 3.4.2 c) pentru diametre până la 150 mm sau garnituri din material plastic (fig. 3.4.2 d) pentru diametre cuprinse între 150 și 300 mm.

Ramificațiile pot fi: simple, duble, drepte sau oblice. Coturile și curbele se execută la 90, 60, 45 și 30°. Din condiții hidraulice și tehnologice se recomandă utilizarea curbelor și ramificațiilor la 45°.

Tuburile și fitingurile din poliester armat cu fibră din sticlă au o bună rezistență chimică, comparativ cu tuburile din beton sau din metal, față de agresivitatea apelor uzate industriale impurificate chimic. Se fabrică fie prin înfășurare, cu diametre nominale cuprinse între 50 și 800 mm, fie prin centrifugare, cu diametre de 800, 1000 și 1200 mm.

Tuburile înfășurate au un capăt prevăzut cu mufă (fig. 3.4.3) în interiorul căreia se introduce o garnitură din cauciuc cu profil special pentru etanșare la presiunea de

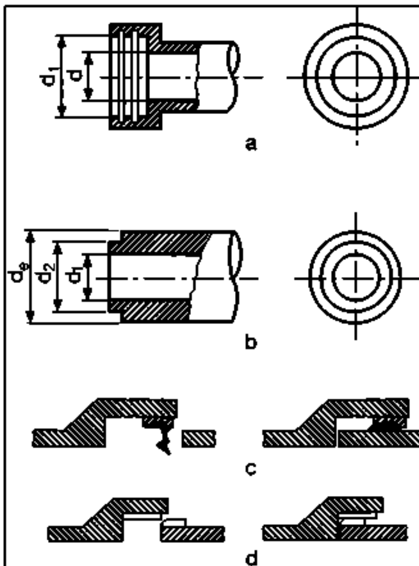


Fig. 3.4.2. Tub din gresie ceramică antiacidă:
a - tub cu mufă prevăzută cu caneluri; b - tub cu capete lise; c - îmbinare cu garnituri din cauciuc; d - îmbinare cu garnituri din material plastic.

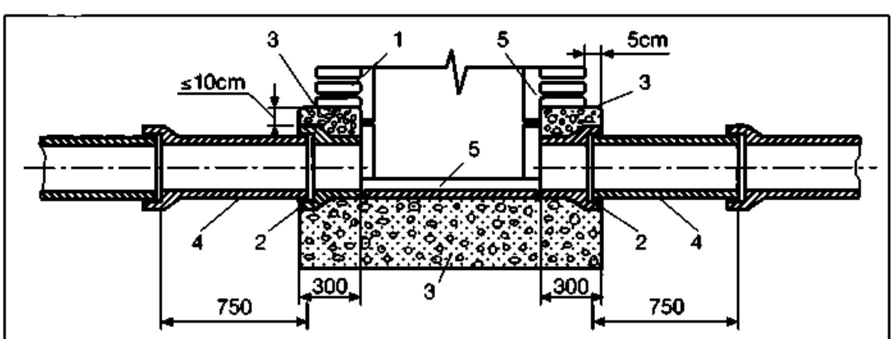


Fig. 3.4.1. Racordarea tuburilor din gresie ceramică antiacidă la căminul de canalizare:
1 - perete (monolit); 2 - tub cu mufă; 3 - beton turnat;
4 - tub din gresie ceramică; 5 – plăci din gresie ceramică.

regim a conductei, iar celălalt capăt este calibrat. Prin simpla împingere a capului calibrat al tubului următor în mufa tubului anterior se aduce garnitura din cauciuc în poziția de lucru, realizându-se îmbinarea celor 2 tuburi.

Tuburile centrifugate sunt prevăzute cu mufă și cep și se îmbină cu garnituri din cauciuc.

3.4.3. Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor uzate industriale

3.4.3.1 Debite specifice și debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de canalizare a apelor uzate industriale

Debitele specifice de ape uzate industriale se stabilesc pentru fiecare punct de evacuare, în funcție de caracteristicile utilajului și ale procesului tehnologic.

Debitul de calcul pentru conducta de canalizare a apei uzate industriale $\dot{V}_s$ se calculează cu relația:

$$\dot{V}_s = \Sigma k_i \cdot \dot{V}_{si} \cdot n_i \quad [l/s] \qquad (3.4.1)$$

în care:

k_i - este coeficient de simultaneitate în funcționarea utilajelor de același tip i, stabilit de proiectant în funcție de procesul tehnologic;

$\dot{V}_{si}$ - debitul specific al unui utilaj de tip i [l/s];

n_i - numărul utilajelor de același tip i.

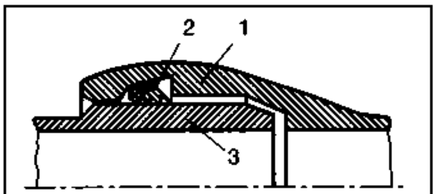


Fig. 3.4.3. Îmbinarea tuburilor din poliester armat cu fibre din sticlă:
1 - mufă; 2 - garnitură de etanșare; 3 - capătul tubului.

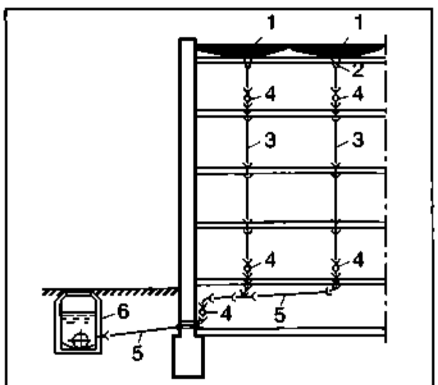


Fig. 3.5.1. Instalația interioară de canalizare a apelor meteorice:
1 - receptor de ape meteorice; 2 - piesă de racordare; 3 - coloană; 4 - piesă de curățire; 5 - colector orizontal; 6 - cămin de racord.

3.4.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor uzate industriale

a. *Dimensionarea conductelor de legătură de la punctele de evacuare a apei uzate industriale la coloane se determină din condiții tehnologice și constructive.* Pentru unele tipuri de puncte de consum se pot folosi datele din tabelul 3.3.8 sau date similare cu acestea.

b. *Dimensionarea coloanelor.* Se aplică metodologia de la punctul 3.3.3.2 cu precizarea că debitele maxime de ape uzate tehnolgice cu suspensii ce pot fi evacuate prin coloane de diametre (preliminar alese) sunt date în tabelul 3.3.16.

c. *Dimensionarea conductelor orizontale (colectoare) de canalizare a apelor uzate industriale.* Se aplică metodologia de la punctul 3.3.3.2 cu următoarele precizări:
- valorile gradului de umplere maxim admis, pentru ape uzate industriale cu suspensii mai mici sau mai mari de 5 mm, precum și pentru ape uzate industriale convențional curate, sunt date în tabelul 3.3.18;
- pantele normale și minime de montare în funcție de natura apelor uzate industriale și de diametrele conductelor sunt date în tabelul 3.3.19;
- la conductele de ape uzate industriale, convențional curate se admite curgerea sub presiune când această soluție nu ar putea produce refularea apei în anumite puncte de evacuare.

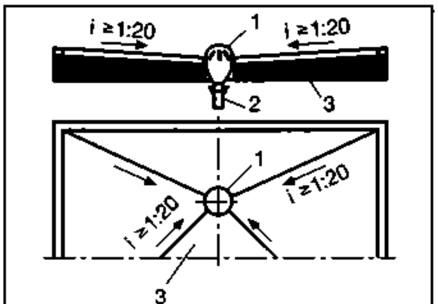


Fig. 3.5.2. Realizarea pantelor de curgere a apelor meteorice de pe acoperișurile și terasele clădirilor:
1 - receptor de ape meteorice; 2 - coloană de canalizare a apelor meteorice; 3 - terasă.

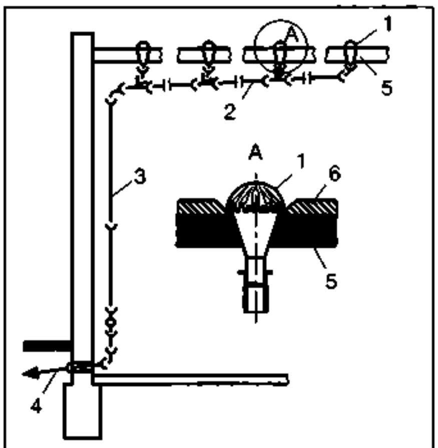


Fig. 3.5.3. Instalație de canalizare a apelor meteorice de pe terasele halelor industriale:
1 - receptor de ape meteorice; 2 - conductă orizontală colectoare; 3 - coloană; 4 - conductă de racord; 5 - placă din beton; 6 - strat de termo-hidroizolație.

3.5. Instalații interioare de canalizare a apelor meteorice

3.5.1. Soluții constructive pentru instalațiile interioare de canalizare a apelor meteorice

Apele meteorice provin din ploi sau din topirea zăpezii de pe acoperișurile și terasele clădirilor de locuit, social-culturale și industriale și sunt evacuate printr-o rețea de canalizare, care se compune, de regulă, din următoarele elemente (fig. 3.5.1): receptorul de ape meteorice, care colectează apa de pe o anumită suprafață; conducta de legătură de la receptor la coloană; conductele orizontale de legătură (colectoare), de la coloane la căminul exterior de canalizare, care, poate fi comun și pentru racordarea canalizării interioare a apelor uzate menajere; piesa de curățire.

Acoperișurile sau terasele clădirilor civile

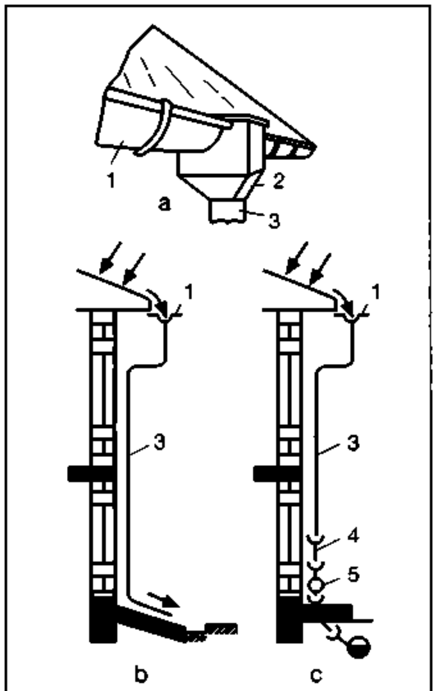


Fig. 3.5.4. Instalație de canalizare cu jgheaburi și burlane pentru evacuarea apelor meteorice:
a - receptor montat la streașină;
b - scurgere la rigolă;
c - scurgere la canalizarea exterioară;
1 - jgheab; 2 - piesă de racord; 3 - burlan; 4 - tub din fontă de scurgere; 5 - piesă de curățire.

sau industriale sunt prevăzute cu pante de curgere către receptoarele de ape meteorice (fig. 3.5.2).

Colectarea apelor meteorice de pe terase necirculabile se face prin receptoare fără gardă hidraulică.

Apele meteorice colectate de pe terase aflate la cote diferite se evacuează prin coloane independente.

În cazul unor ploi de intensitate mare, chiar dacă sunt de scurtă durată, în conductele de canalizare a apelor meteorice se poate stabili regimul de curgere sub presiune (la secțiunea plină a conductei) și orice legătură între aceste conducte și rețeaua de canalizare a apelor uzate menajere ar duce la inundarea clădirii, prin obiectele sanitare. Din această cauză rețeaua de canalizare a apelor meteorice este separată de rețeaua de canalizare a apelor uzate menajere, racordarea acestora fiind posibilă numai în căminul exterior al clădirii.

Conductele rețelei de canalizare a apelor meteorice vor trebui să reziste la o presiune corespunzătoare înălțimii clădirii, utilizându-se în acest scop, după caz, conducte din mase plastice, fontă de scurgere sau țevi din oțel.

Pe toate coloanele de canalizare a apelor meteorice, având înălțimea până la 45 m, se prevăd piese de curățire la primul și la ultimul nivel.

La coloanele mai înalte de 45 m, se recomandă prevederea unor devieri ale coloanelor la intervale de 8 niveluri, prin utilizarea curbelor de etaj sau a coturilor de 45° și mai mici. În acest caz se prevăd, suplimentar, piese de curățire, înainte și după deviere.

Colectarea apelor meteorice de pe terasele halelor industriale cu deschideri mari se poate face racordând receptoarele (fig. 3.5.3) la o conductă colectoare orizontală, montată la partea superioară a halei, din care apa este evacuată printr-o singură coloană la canalizarea exterioară, prin conducta de racord. Receptoarele de ape meteorice, (fig. 3.5.3) se montează în placa din beton, iar deasupra acesteia se prevede un strat de termo-hidroizolație pentru a evita pătrunderea apei meteorice în interiorul halei industriale.

Racordarea mai multor receptoare de ape meteorice printr-o conductă orizontală colectoare la o singură coloană (fig. 3.5.3) este indicată în cazurile în care pardoseala halei industriale este ocupată de mașini și utilaje.

În funcție de înălțimea halei industriale și de procesul tehnologic care se desfășoară în interior, coloana de canalizare se poate executa din fontă de scurgere, fontă de presiune, țevi din oțel, tuburi din polipropilenă, polietilenă sau PVC.

În cazul unor clădiri civile sau industriale, apele meteorice pot fi colectate și evacuate la rigola străzii sau în căminul de racord la canalizarea exterioară, cu ajutorul jgheaburilor (fig. 3.5.4 a) și burlanelor, între ele racordarea făcându-se direct sau printr-o piesă specială (receptor). De regulă, jgheabul și burlanele se execută din tablă zincată și se montează pe fațada clădirii. Evacuarea apei meteorice din burlane la rigola străzii (fig. 3.5.4 b) este indicată în cazul unor debite mici, adică în cazul clădirilor cu acoperișuri de suprafețe (colectoare de ape meteorice) relativ mici. În cazul unor debite mari de ape meteorice, burlanele se leagă la rețeaua exterioară de canalizare prin tuburi din fontă de scurgere (fig. 3.5.4 c) prelungite până la înălțimea de 1,5 m deasupra terenului, prevăzându-se la circa 0,5...1,0 m de la nivelul terenului o piesă de curățire.

În cazul în care există pericolul de coroziune a conductelor sau a burlanelor, datorită gazelor emanate din canalizarea exterioară se iau măsuri de protecție prin montarea de sifoane sau recipiente. Când receptoarele de ape meteorice sunt amplasate pe terase circulabile, coloanele sunt prevăzute cu sifoane, (fig. 3.5.5) cu gardă hidraulică, amplasate astfel încât să fie ferite de îngheț. Burlanele se amplasează în interior atunci când forma acoperișului impune colectarea apelor în interior sau când acoperișul fără pod permite topirea zăpezii cu pericol de accidentare sau de deteriorare a construcției.

Apele meteorice din curțile interioare, se evacuează la canalizarea exterioară, printr-o rețea separată de rețeaua de canalizare a apelor uzate menajere.

3.5.2. Materiale și echipamente specifice instalațiilor de canalizare a apelor meteorice

Pentru realizarea instalației interioare de canalizare a apelor meteorice se utilizează aceleași tipuri de țevi, tuburi și piese speciale de îmbinare ca și pentru instalațiile de canalizare a apelor uzate menajere.

Receptoarele pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice de pe terase circulabile (fig. 3.5.6 a) sau necirculabile (fig. 3.5.6 b), STAS 2742 au diametre nominale de 100 sau 150 mm și pot fi cu racordare dreaptă sau conică, la coloană. Firmele străine (Franța, Germania, Italia etc.) produc o gamă variată de receptoare de ape meteorice, pentru racordarea la tuburi din polipropilenă (fig. 3.5.6 c și d) cu diametrul minim de 50 mm, cu posibilități de racordare verticală (fig. 3.5.6 c) sau orizontală (fig. 3.5.6 d).

Pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice de pe acoperișurile halelor industriale se produc receptoare cu parafrunzar (fig. 3.5.6 e) fie din bare din oțel și plase din sârmă, fie din tablă perforată.

Sistemul de preluare a apelor meteorice, tip Geberit–Pluvia (fig. 3.5.6.A), se bazează pe fenomenul de vacuum indus în conducte prin gravitație. Vorbim despre un sistem deoarece toate componentele sale sunt gândite ca un tot unitar, începând cu dimensionarea hidraulică și asistența tehnică și terminând cu receptorii de terasă, conductele, fitingurile și sistemul de fixare.

Receptorii Pluvia (fig. 3.5.6.B) asigură evacuarea unui debit cuprins între 1 și 12 l/s, existând și variante de 25/45/60/100 l/s, pentru aplicații speciale. Gama largă de produse, compatibilitatea cu orice structură de acoperiș precum și multiplele soluții de conexiune cu elementele de etanșeizare a acoperișului, fac din Pluvia un sistem performant de drenaj al apelor meteorice.

Evacuarea apei de ploaie se face prin intermediul conductelor HDPE Geberit (fig. 3.5.6.E), deoarece permit îmbinări prin sudură cap la cap și prin electrofuziune, eliminând astfel riscul întreruperii vidului și apariției unor scurgeri.

Dimensionarea se face astfel încât conductele să fie pline 100% cu apă, ceea ce duce la reducerea diametrelor cu până la jumătate din diametrele utilizate într-o instalație convențională (fig.3.5.6.D).

Apa în cădere, formează un disponibil de vid în punctul cel mai înalt al coloanei

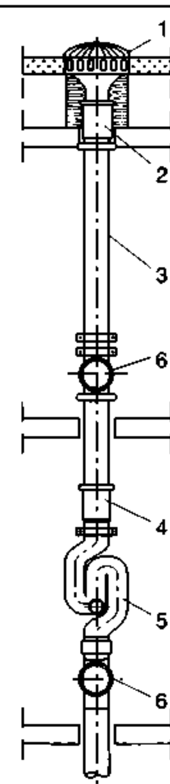


Fig. 3.5.5. Coloană de canalizare prevăzută cu sifon, pentru ape meteorice:
1 - receptor de terasă; 2 - piesă de racordare; 3 - coloană; 4 - piesă de dilatare; 5 - sifon cu gardă hidraulică; 6 - piesă de curățire.

verticale, vid care este uniform distribuit printr-un calcul de echilibrare hidraulică (asigurat de soft-ul de calcul specializat – Geberit ProPlaner), astfel încât fiecare receptor să aspire aceeași cantitate de apă. Astfel, fenomenul de vacuum indus permite montarea conductelor colectoare fără pantă, la plafonul clădirii, chiar și pentru trasee foarte lungi.

Sistemul de prindere este special conceput astfel încât să excludă necesitatea prevederii unor compensatoare de dilatație pe traseele orizontale. Conducta este prinsă rigid de un profil din oțel, prin intermediul unor brățări de ghidaj și al unor puncte fixe, montate după reguli indicate de furnizor, întregul ansamblu fiind ancorat de structura clădirii.rată.

Receptoarele de terasă Pluvia GEBERIT, sunt realizate după un concept prin care rezstența hidraulică a receptorului să fie minimă. În general receptoarele de terasă au capacitatea de preluare a apelor meteorice la valori cu mult mai mici decât capacitatea de scurgere a coloanelor sau a conductelor orizontale de evacuare. Receptoarele Pluvia dispun de un dispozitiv de antrenare a apelor meteorice în receptor, ceea ce le face să aibă o capacitate de colectare și evacuare superioară celorlalte tipuri de receptoare.

Se produc receptoare Pluvia cu racordul de evacuare vertical și orizontal, cu guler de prindere de hidroizolație circular sau de formă pătrată. Se produc receptoare la care se poate adapta o rezistență electrică, pentru evitarea pericolului de îngheț.

În fig. 3.5.6.E, sunt prezentate 2 tipuri de receptoare de terasă Pluvia GEBERIT, cu guler în formă circulară și de formă pătrată.

În tabelul 3.5.1.A. sunt date 5 tipuri de receptoare cu diametrul de racordare cuprins între 56 și 160 mm, cu capacitatea minimă și cu capacitatea maximă care variază de la 12 l/s la cel cu diametrul de 56 mm până la 100 l/s la cel cu diametrul de 160 mm.

Pentru receptoarele Pluvia, nu se dispune de date referitoare la debitele specifice în

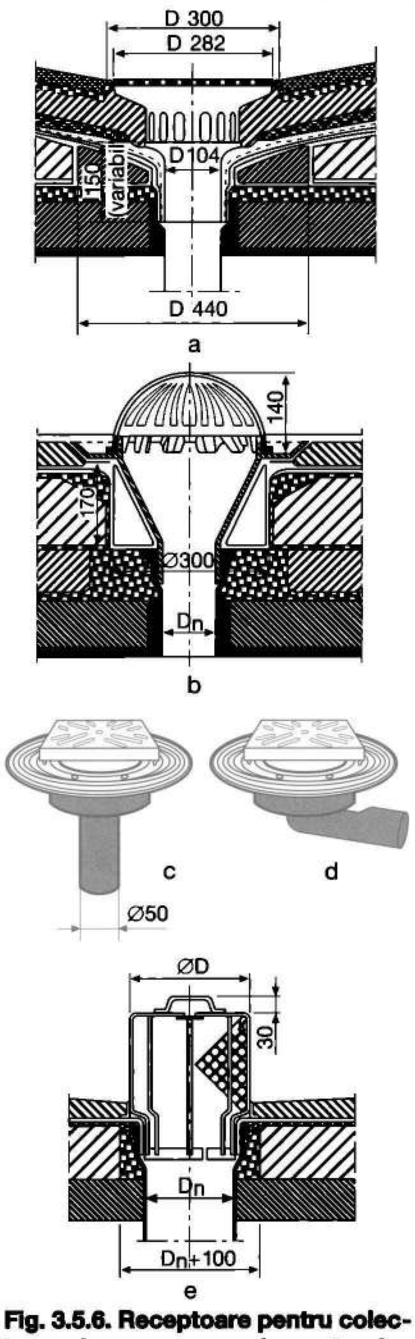


Fig. 3.5.6. Receptoare pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice de pe terase și acoperișuri:
a - terase circulabile;
b - terase (acoperișuri) necirculabile;
c - racordarea la tuburi din polipropilenă verticale; d - idem, orizontale; e - cu parafrunzar.

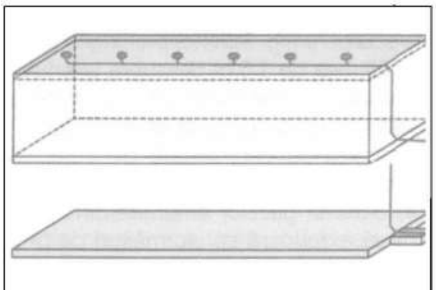


Fig. 3.5.6.A. Instalație Geberit Pluvia.

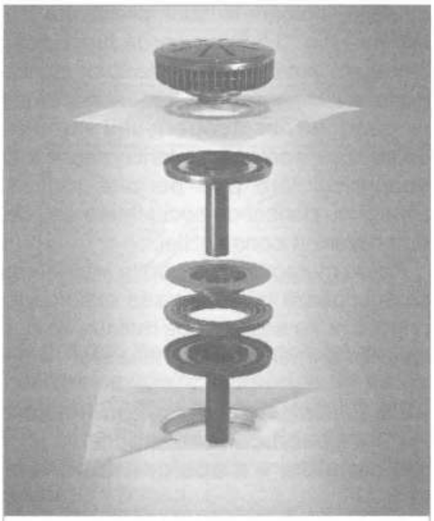


Fig. 3.5.6.B. Receptor Pluvia.

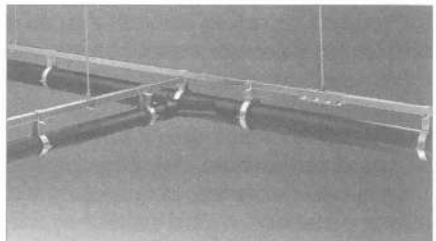


Fig. 3.5.6.C. Sistemul de colectare a apelor pluviale Geberit Pluvia.

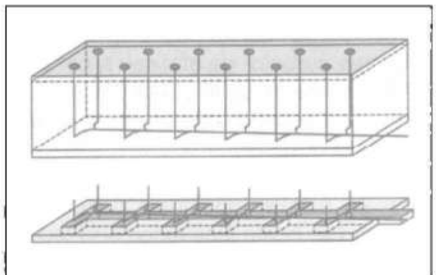


Fig. 3.5.6.D. Instalație convențională.

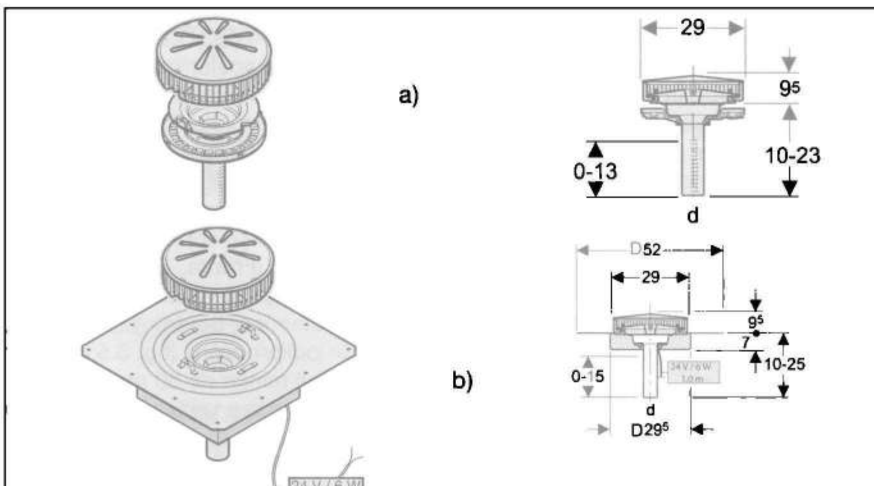


Fig. 3.5.6.E. Receptor de terasă Pluvia Geberit:
a – receptor cu guler de formă circulară; b - receptor cu guler de formă pătrată și cu rezistență electrică de încălzire pentru evitarea pericolului de îngheț.

Tabelul 3.5.1. Dimensiunile sifonului din Pp pentru ape meteorice [mm]:				
D	H	h	A	d
75	65,5	16,7	19,8	10,5
110	78,4	22,8	28,8	14,4

Tabelul 3.5.1. A. Date caracteristice pentru receptoare terasă Pluvia GEBERIT			
Tipul	d [mm]	Debit	Debit
sifonului		min. [l/s]	max. [l/s]
Pluvia 12	56	-	12
Pluvia 25	90	-	25
Pluvia 45	110	7	45
Pluvia 60	125	8	60
Pluvia 100	160	14	100

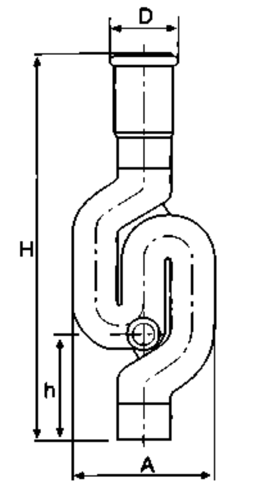


Fig. 3.5.7. Sifon din polipropilenă montat pe coloanele de ape meteorice.

cazul curgerii libere, în funcție de înălțimea stratului de apă, de felul racordului, de modul de colectare a apelor meteorice și de diamatrul receptorului. La proiectarea instalațiilor de evacuare a apelor pluviale de pe acoperiturile clădirilor, se va solicita furnizotului datele tehnice specifice.

Sifoanele pentru ape meteorice (fig. 3.5.7) se execută, în special, din polipropilenă, sunt prevăzute cu manșon lung și dop de curățire și au dimensiunile uzuale redate în tabelul 3.5.1.

3.5.3. Dimensionarea conductelor rețelei interioare de canalizare a apelor meteorice

3.5.3.1 Debitele specifice ale receptoarelor de ape meteorice și debitele de calcul pentru dimensionarea conductelor

Debitele specifice ale receptoarelor de ape meteorice $\dot{V}_{sR}$, în cazul curgerii libere, sunt indicate în tabelul 3.5.2 în funcție de înălțimea h a stratului de apă, de felul racordării receptorului la tubul de canalizare și de modul de colectare a apelor meteorice.

Debitul maxim $\dot{V}_{Rmax}$ de evacuare a receptorului de ape meteorice (denumit și capacitate maximă) se obține când s-a eliminat tot aerul din instalația interioară de canalizare. După evacuarea aerului, debitul maxim al receptorului rămâne practic constant, la creșterea înălțimii h a stratului de apă deasupra grătarului său (fig. 3.5.8)

Debitele specifice (inclusiv debitul maxim) se determină experimental pentru fiecare receptor de ape meteorice.

Prin debit de calcul al apei meteorice din instalațiile interioare de canalizare se înțelege debitul de apă colectat de pe suprafețele acoperișurilor, teraselor, pereților, curților de lumină și curților engleze.

Debitul de calcul al apei meteorice $\dot{V}_c$ se calculează cu relația:

$$\dot{V}_c = 0{,}0001 \cdot I \sum_{j=1}^{n} \varphi_j \cdot A_{cj} \quad [\text{l/s}] \qquad (3.5.1)$$

în care:

I - este intensitatea de calcul a ploii [l/s·ha];

φ_j - coeficientul de curgere a apei meteorice de pe suprafața respectivă ale cărui valori sunt date în tabelul 3.5.3. Valorile coeficientului φ_j se stabilesc experimental și depind de climă, de natura (rugozitatea) suprafețelor colectoare etc., valorile mai mari fiind recomandate pentru pante mari și climă umedă;

A_{cj} - suprafața de calcul având coeficientul de curgere φ_j [m²].

Suprafața de calcul A_c se consideră proiecția pe un plan orizontal a suprafeței receptoare, A:

$$A_c = A \cdot \cos\alpha \qquad (3.5.2)$$

în care:

α - este unghiul de înclinare a suprafeței receptoare, A, față de planul orizontal.

Intensitatea ploii de calcul, în funcție de frecvența normală a ploii și de durata de calcul, se ia conform diagramei din fig. 3.5.9.

Frecvența ploii de calcul este normată (STAS 1846) în funcție de importanța obiectivelor respective și consecințele ce le-ar avea pentru clădiri eventualele nepreluări de către rețeaua de canalizare a apelor provenite din precipitații. În tabelul 3.5.4 este indicat modul de stabilire a frecvenței de calcul a ploii pentru clădirile civile, social - culturale sau industriale.

Durata de calcul a ploii t se stabilește prin apreciere și se verifică prin calcul după alegerea diametrelor conductelor cu relația:

$$t = t_{cs} + \frac{l}{v} \quad [\text{min}] \qquad (3.5.3)$$

în care:

t_{cs} - este timpul de adunare al apei de ploaie de pe suprafața receptoare și timpul de scurgere prin coloanele instalației interioare de canalizare pluvială [min];

l - distanța cea mai mare pe care o parcurge apa de ploaie în conductele orizontale de canalizare până la secțiunea de control [m];

v - viteza de curgere a apei în conductele orizontale de canalizare, corespunzătoare debitului maxim la curgerea cu nivel liber [m/min].

Viteza de curgere a apei se ia aproximativ 40...80 m/min, în funcție de materialul conductei.

La instalațiile interioare care colectează apele meteorice de pe o suprafață până la 3 ha, valoarea t nu trebuie să depășească 5 min.

La halele industriale cu suprafețe mai mari de 2...3 ha este necesar a se verifica cu relația 3.5.3 durata critică efectivă a ploii de calcul, care poate depăși 5 min.

Cunoscând durata de calcul a ploii și frecvența de calcul a ploii, se poate stabili intensitatea ploii de calcul fie utilizând nomograma din fig. 3.5.9 fie datele din tabelul 3.5.5.

3.5.3.2 Calculul hidraulic de dimensionare a conductelor de canalizare a apelor meteorice

• *Alegerea tipurilor și determinarea numărului de receptoare de ape meteorice* Receptoarele de ape meteorice se aleg în funcție de caracteristicile hidraulice și funcționale ale acestora și de particularitățile constructive ale acoperișului sau terasei clădirii.

Cunoscând debitul specific al receptorului (tab. 3.5.2), $\dot{V}_{sR}$, se poate deduce suprafața colectoare A_R, aferentă receptorului respectiv, astfel:

$$A_R = \frac{\dot{V}_{sR}}{\varphi I} \quad [\text{m}^2] \qquad (3.5.4)$$

în care:

φ - este coeficientul de curgere a apei meteorice și

I - intensitatea de calcul a ploii [l/s·m²].

În cazul în care amplasarea receptoarelor este impusă fie de configurația acoperișului, fie de panta jgheabului, în puncte de cotă minimă, numărul receptoarelor este impus.

La amplasarea receptoarelor de-a lungul unei dolii sau într-un jgheab fără pantă, numărul receptoarelor se alege, din considerente economice, ținând seama de ansamblul receptor-coloană-colector, astfel ca acesta să asigure evacuarea apelor meteorice de pe întreaga suprafață S_t a acoperișului.

Numărul receptoarelor, n este dat de relația:

$$n = \frac{A_t}{A_R} \qquad (3.5.5)$$

cu precizarea că în condiții de siguranță în exploatare se prevăd minimum 2 receptoare de apă meteorice pentru acoperișul unei clădiri.

Pentru clădiri industriale, alegerea tipodimensiunilor și determinarea numărului de receptoare cu parafrunzar cilindric din sârmă, montat în mufa tubului de canalizare se poate face cu nomograma din fig. 3.5.10, iar pentru receptoare din

Tabelul 3.5.2. Debitele specifice ale receptoarelor de ape meteorice $\dot{V}_{SR}$ în cazul curgerii libere, în funcție de înălțimea h_a a stratului de apă, de felul racordării receptorului la tubul de canalizare, de modul de colectare a apelor meteorice și de diametrul D_n al receptorului (STAS 1795)

Tipul receptorului	Felul racordării receptorului la tubul de curgere	Modul de colectare a apelor	D_n [mm]	Racordarea la conductă									
				Orizontală					Verticală				
				Înălțimea stratului de apă h [cm]									
				5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
				Debitul specific al receptorului $\dot{V}_{SR}$ [l/s]									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
tip I STAS 2742 pentru terase circulabile	dreaptă	în puncte de cotă minimă	100	0,80	2,05	3,30	4,30	-	1,00	2,50	4,00	5,30	
tip II STAS 2742 pentru acoperișuri necirculabile	conică	în puncte de cotă minimă	100	2,95	5,60	7,80	9,50	10,60	3,60	6,90	9,60	11,60	12,00
			150	4,00	7,00	9,70	12,00	14,50	4,90	8,60	11,90	14,70	17,80
		în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,40	4,50	6,30	7,60	8,50	2,90	5,50	7,70	9,30	10,30
			150	3,20	5,60	7,80	9,60	11,60	3,90	6,90	9,50	11,80	14,10
cu parafrunzar din bare din oțel și plasă din sârmă	dreaptă	în puncte de cotă minimă	100	2,50	4,60	6,30	7,70	8,90	3,10	5,60	7,70	9,40	10,80
			125	2,90	5,10	7,00	8,80	10,20	3,50	6,30	8,60	10,70	12,40
			150	3,20	5,90	8,00	9,90	11,60	3,90	7,10	9,80	12,10	14,10
			200	4,00	7,10	9,80	12,10	14,20	4,90	8,70	11,90	14,70	17,30
	dreaptă	în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,00	3,70	5,00	6,20	7,10	2,50	4,50	6,20	7,50	8,60
			125	2,30	4,10	5,50	7,00	8,20	2,80	5,00	6,90	8,60	9,90
			150	2,60	4,70	6,40	7,90	9,30	3,10	5,70	7,80	9,70	11,30
			200	3,20	5,70	7,80	9,70	11,40	3,90	7,00	9,50	11,80	13,80
	conică	în puncte de cotă minimă	100	2,95	5,60	7,80	9,50	10,60	3,60	6,90	9,60	11,60	12,90
			125	3,40	6,30	8,80	10,80	12,30	4,20	7,80	10,80	13,10	14,90
			150	4,00	7,00	9,70	12,00	14,50	4,90	8,60	11,90	14,70	17,60
			200	4,60	8,00	10,90	13,60	17,00	5,70	9,80	13,30	16,60	20,70
	conică	în dolii de pantă zero sau jgheaburi	100	2,40	4,50	6,30	7,60	8,50	2,90	5,50	7,70	9,30	10,30
			125	2,70	5,00	7,00	8,60	9,80	3,40	6,30	8,60	10,50	11,90
			150	3,20	5,60	7,80	9,60	11,60	3,90	6,90	9,50	11,80	14,10
			200	3,70	6,40	8,70	10,90	13,60	4,60	7,80	10,60	13,30	16,80
cu parafrunzar din tablă perforată	dreaptă	în puncte de cotă minimă	100	0,65	1,50	2,50	3,30	-	0,80	1,80	3,00	4,00	-

OBSERVATII:

1 - Punctele de cotă minimă sunt acelea de pe terase sau acoperișuri în care apa se colectează uniform din toate direcțiile.

2 - Doliile de pantă zero sau jgheaburile sunt puncte de pe acoperișuri în care apa se colectează, în principal, de pe 2 direcții.

3 - Prin racordare dreaptă sau conică se înțelege forma ștuțului de legătură a receptorului la tubul de curgere.

4 - Înălțimea stratului de apă se corelează cu sarcinile admise, luate în considerare la dimensionarea structurii acoperișului.

Tabelul 3.5.4. Frecvența de calcul a ploii (STAS 1846)

Tipul de clădire	Frecvența admisă	Tipul de clădire	Frecvența admisă
- Clădiri civile și industriale situate în depresiuni la care există pericolul de patrundere a apei meteorice din exterior la nivelul terenului	1/5	- Clădiri industriale unde apa de pe acoperiș ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube mari la materialele depozitate	1/2
- Clădiri monumentale sau care adăpostesc valori mari (muzee, expoziții, biblioteci, palate de cultură etc.)	1/5	- Clădiri industriale unde apa de pe acoperiș ar putea pătrunde în interior prin deschideri, dar nu ar putea provoca pagube mari	1/1
- Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar putea conduce la pericol de explozii	1/5	- Clădiri social-culturale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri, dar pagubele nu ar putea fi prea mari	1/1
- Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube la utilajele și materialele depozitate	1/3	- Clădiri industriale unde apa de pe acoperișuri nu poate pătrunde în interiorul clădirii	2/1
- Clădiri social-culturale unde apa de pe acoperișuri ar putea pătrunde în interior prin deschideri și ar provoca pagube și dezagremente mari (spitale, săli de spectacole, biblioteci)	1/3	- Canalizări exterioare pentru incinte care nu sunt situate în depresiuni	2/1

Tabelul 3.5.5. Intensitatea ploii de calcul [l/s·ha], pentru diferite durate și frecvențe (STAS 1846)

Durata ploii [min]	Frecvența ploii 2/1	1/1	1/2	1/3	1/5
2,0	260	345	415	465	545
2,5	240	330	385	435	505
3,0	230	310	370	420	480
3,5	220	295	355	400	460
4,0	210	285	340	385	440
4,5	200	275	330	370	420
5,0	195	260	320	360	410
6,0	180	245	300	340	385
7,0	170	230	280	320	360
8,0	160	215	265	305	340
9,0	150	200	250	290	320
10,0	140	190	235	280	300

Tabelul 3.5.6. Debitele maxime evacuate prin coloanele de canalizare a apelor meteorice, la care se racordează câte un singur receptor (STAS 1795)

Înălțimea coloanei H [m]	Diametrul interior [mm] 50	75	100	125	150	200
	$\dot{V}_c$ [l/s]					
1	2,0	3,8	7,1	11,2	16,8	33,0
3	2,5	4,7	8,4	13,0	19,2	40,0
6	3,0	5,6	9,7	15,1	22,5	46,2
12	3,9	6,8	11,5	17,5	26,7	54,2
16	4,3	7,5	12,3	18,9	28,4	58,2
24	5,0	8,5	14,0	21,8	32,0	64,3
45	5,8	9,6	15,5	23,8	35,5	68,8

Exemplu de calcul. Pentru: $\dot{V}$=7 l/s, H=3 m, rezultă d=100 mm; $\dot{V}$=7 l/s, H=12 m, rezultă d=100mm;

Tabelul 3.5.3. Coeficientul de curgere a apei meteorice φ în funcție de felul învelitorii (STAS 1795)

Felul învelitorii	φ
Învelitori metalice din ardezie, din sticlă	0,95
Învelitori din țiglă, din azbociment	0,90
Terase necirculabile	0,85...0,90
Terase cu strat de pietriș mărgăritar	0,70...0,80

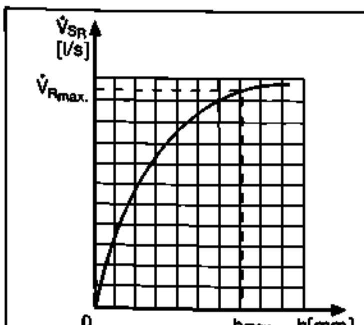


Fig. 3.5.8. Variația debitului specific al receptorului de terasă în funcție de înălțimea stratului de apă colectată deasupra lui.

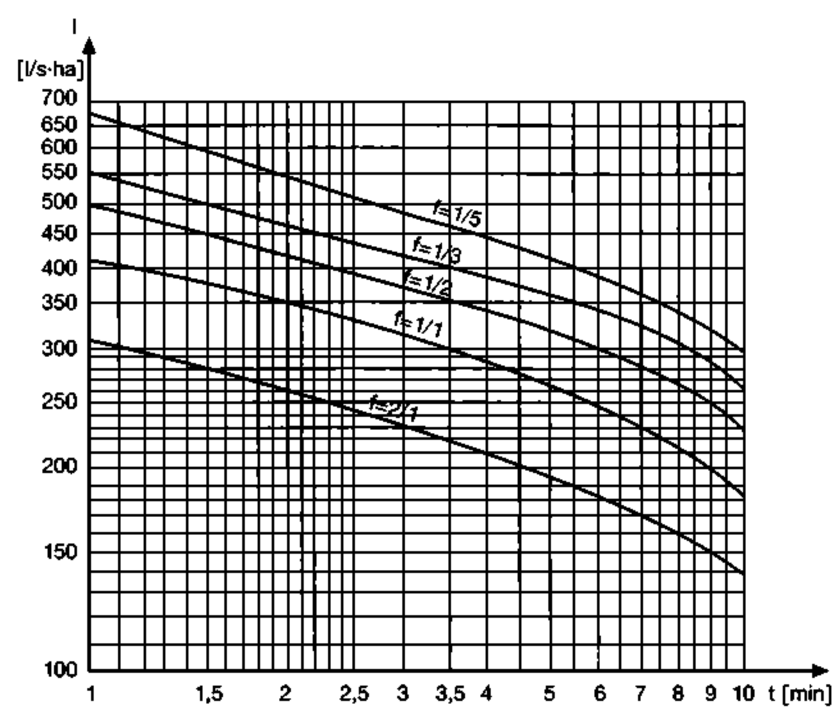


Fig. 3.5.9. Nomogramă pentru determinarea intensității ploii de calcul.

fontă cu pâlnie și calotă semisferică, nomograma din fig. 3.5.11.

În cazul montării receptoarelor de ape meteorice în jgheaburi, debitele specifice ale receptoarelor se vor reduce cu 20 % având în vedere în acest caz particularitățile curgerii apei.

EXEMPLUL 1
Ipoteze de calcul:
- intensitatea ploii de calcul i=320 l/s·ha;
- suprafața aferentă unui receptor A=310 m²;
- receptor racordat la coloane verticale;
- înălțimea stratului de apă H=10 cm.
Rezultă:
- debitul de calcul $\dot{V}$=9 l/s;
- dimensiunea receptorului Ø=200 mm;

EXEMPLUL 2
Ipoteze de calcul:
- dimensiunea receptorului Ø=100 mm;
- înălțimea stratului de apă H=10 cm;
- intensitatea ploii de calcul i=260 l/s·ha;
- receptor racordat în jgheaburi.
Rezultă:
- debitul de calcul $\dot{V}$=4,5 l/s;
- suprafața aferentă unui receptor A=194 m².

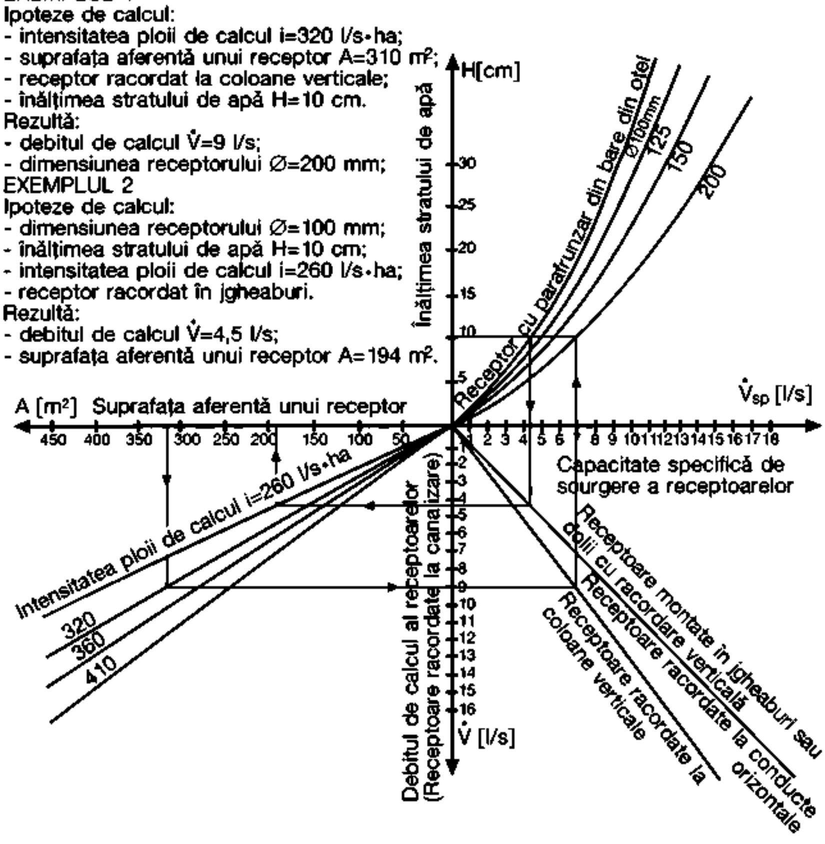


Fig. 3.5.10. Nomogramă pentru alegerea și dimensionarea receptoarelor cu parafrunzar cilindric din sârmă montat în mufa tubului din fontă.

EXEMPLUL 3
Ipoteze de calcul:
- intensitatea ploii de calcul i=320 l/s·ha;
- suprafața aferentă unui receptor A=235 m²;
- receptor racordat la coloane verticale;
- înălțimea stratului de apă H=10 cm.
Rezultă:
- debitul de calcul $\dot{V}$=6,80 l/s;
- dimensiunea receptorului Ø=100 mm;

EXEMPLUL 4
Ipoteze de calcul:
- dimensiunea receptorului Ø=150 mm;
- înălțimea stratului de apă H=10 cm;
- intensitatea ploii de calcul i=260 l/s·ha;
- receptor racordat la conducte orizontale.
Rezultă:
- debitul de calcul $\dot{V}$=7,05 l/s;
- suprafața aferentă unui receptor A=300 m².

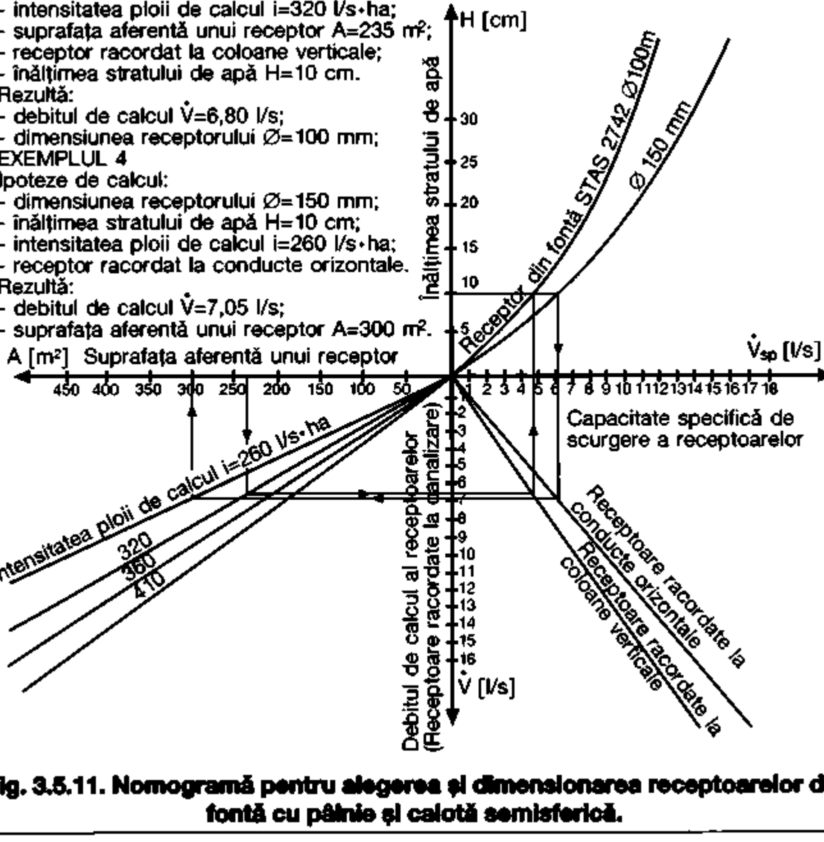


Fig. 3.5.11. Nomogramă pentru alegerea și dimensionarea receptoarelor din fontă cu pâlnie și calotă semisferică.

• *Dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice.* Diametrul coloanei de canalizare a apei meteorice, la care se racordează un singur receptor, se alege în funcție de înălțimea coloanei, astfel încât debitul de calcul $\dot{V}_c$ să nu depășească debitul maxim din tabelul 3.5.6.

Pentru dimensionarea coloanelor cu diferite înălțimi, prevăzute cu un singur receptor de ape meteorice, se poate utiliza nomograma din fig. 3.5.12, în care se intră pe ordonată cu valoarea debitului de calcul $\dot{V}_c$ [l/s] și se duce o paralelă cu axa absciselor până la intersecția cu curba corespunzătoare înălțimii *H* [m] a coloanei. Din punctul obținut se coboară o verticală și se citește pe axa absciselor valoarea diametrului necesar, care se rotunjește la valoarea diametrului standardizat, cel mai apropiat de diametrul necesar.

Diametrul coloanei de canalizare, care colectează ape meteorice de la 2 sau mai multe receptoare, racordate la o conductă orizontală montată la partea superioară a clădirii, se determină în funcție de înălțimea coloanei și de lungimea conductei orizontale astfel încât debitul de calcul $\dot{V}_c$ să nu depășească debitul maxim din tabelul 3.5.7.

Diametrele tronsoanelor succesive care alcătuiesc conducta orizontală la partea superioară a clădirii, pentru racordarea receptoarelor de ape meteorice la coloană, se determină în funcție de înălțimea coloanei și de lungimea conductei orizontale măsurate de la cel mai îndepărtat receptor față de coloană până la tronsonul de conductă care se dimensionează astfel încât debitul de calcul $\dot{V}_c$, pe tronsonul respectiv, să nu depășească debitul maxim din tabelul 3.5.7.

Diametrul coloanei se ia cel puțin egal cu diametrul cel mai mare al conductei orizontale montate la partea superioară a clădirii, la care sunt racordate receptoarele de ape meteorice.

Coloanele care se racordează la colectoare orizontale trebuie să aibă diametrul minim 100 mm, debitul de calcul fiind apropiat de debitul maxim din tabelele 3.5.6 și 3.5.7.

Pentru alte valori ale înălțimilor coloanelor sau ale lungimilor conductelor orizontale montate la partea superioară a clădirilor, la care se racordează receptoare de apă meteorice altele decât cele din tabelele 3.5.6 și 3.5.7, debitele maxime se stabilesc prin interpolare.

Pentru dimensionarea coloanelor de canalizare și a colectorului superior la care sunt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană se pot utiliza nomogramele din fig. 3.5.13, 3.5.14 și 3.5.15, trasate pentru înălțimi ale coloanelor
H_c = *6,0* m (fig. 3.5.13),
H_c = *12,0* m (fig. 3.5.14) și
H_c = *24,0* m (fig. 3.5.15).

În aceste nomograme se intră pe axa ordonatelor cu valoarea debitului de calcul $\dot{V}_c$ [l/s] se duce o paralelă la axa absciselor până la intersecția cu curba L= 0, de unde se coboară o verticală până la intersecția cu curba L [m] de valoare cunoscută (din configurația rețelei) și de aici se duce din nou o paralelă la axa absciselor până la intersecția cu curba L = 0, iar din punctul obținut se coboară o verticală, rezultând pe axa absciselor valoarea diametrului standardizat cel mai apropiat de diametrul necesar.

• *Dimensionarea conductelor orizontale colectoare de ape meteorice.* Se adoptă modelul curgerii cu nivel liber și se verifică, în unele cazuri, funcționarea rețelei la regimul de curgere sub presiune.

a) Cazul curgerii cu nivel liber. Diametrul preliminar al conductelor orizontale colectoare de ape meteorice se alege din condiția constructivă, cel puțin egal cu diametrul cel mai mare al coloanei racordată la conducta orizontală respectivă.

Pantele normale și minime ale conductelor orizontale de canalizare a apelor meteorice sunt date în tabelul 3.3.19.

În conductele orizontale de canalizare a apelor meteorice se admite gradul de umplere maxim u = 1,00 (tab. 3.3.18).

Vitezele de curgere a apei trebuie să se încadreze între viteza minimă de autocurățire a conductei (0,5 m/s pentru canale deschise și rigole și 0,7 m/s pentru conducte închise) și viteza maximă (4 m/s pentru conducte metalice, din polipropilenă, polietilenă și PVC și 3 m/s pentru conducte din beton și azbociment).

Metodologia de dimensionare a conductelor orizontale colectoare de canalizare a apelor meteorice cuprinde:

- întocmirea schemei de calcul a instalației;
- determinarea debitelor de calcul ale tronsoanelor de conducte orizontale; pentru tronsoanele succesive spre punctul de evacuare a apei în căminul exterior de canalizare, debitele se determină prin însumarea debitelor de calcul ale coloanelor racordate la conductele respective;
- în funcție de diametrul preliminar ales și ținând seama de condițiile constructive ale clădirii, se alege panta de montare, din tabelul 3.3.19;
- în funcție de natura materialului conductei, din tabelele 3.3.20 sau 3.3.21 pentru valorile diametrului și pantei rezultă debitul $\dot{V}_{sp}$ și viteza v_{sp} la curgerea cu secțiune plină a conductei;
- se calculează raportul x cu relația (3.3.36) și din nomograma din fig. 3.3.30 rezultă gradul de umplere u și raportul z;
- se verifică condiția: $v_{min} \le v_r \le v_{max}$ unde $v_r = zv_{sp}$ care, dacă nu este îndeplinită, se alege un diametru de conductă cu o dimensiune mai mare decât cel ales inițial și calculul se repetă până la în-

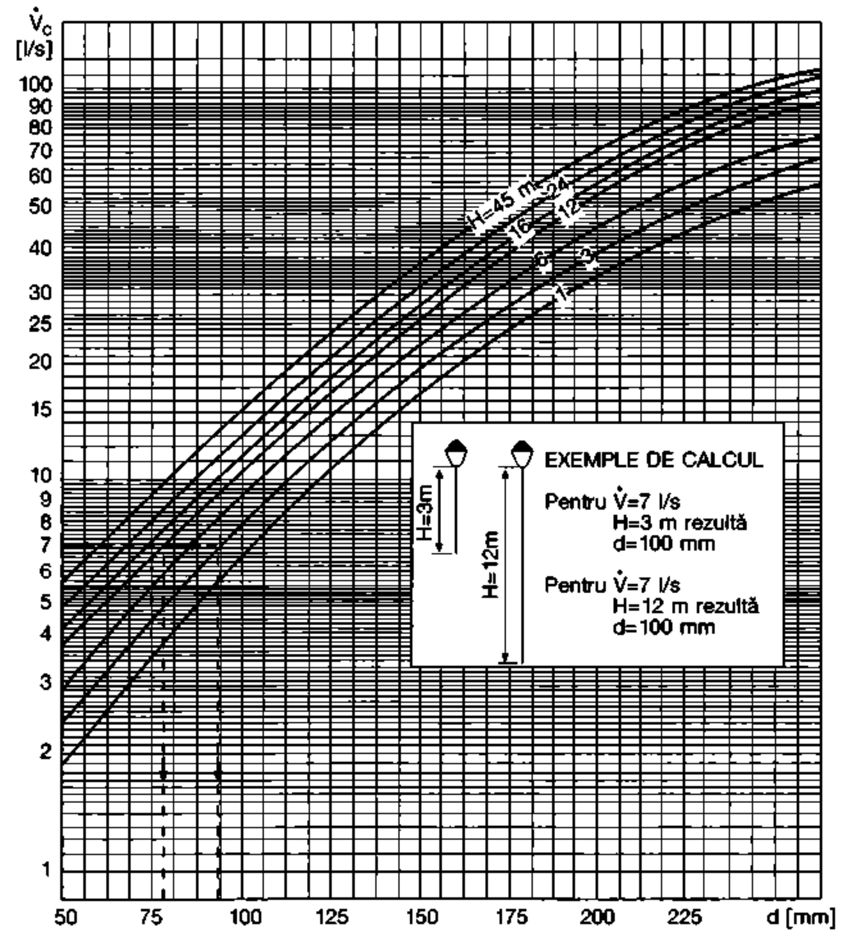


Fig. 3.5.12. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor având diferite înălțimi, cu un singur receptor.

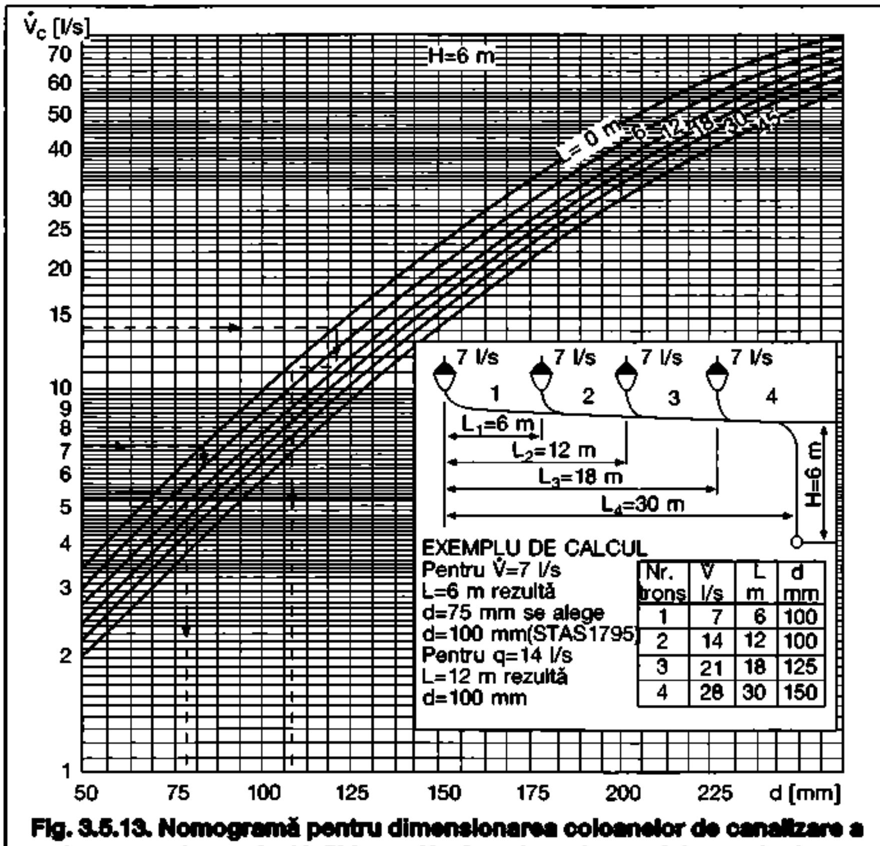


Fig. 3.5.13. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice, având înălțimea H = 6 m și a colectorului superior la care sunt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

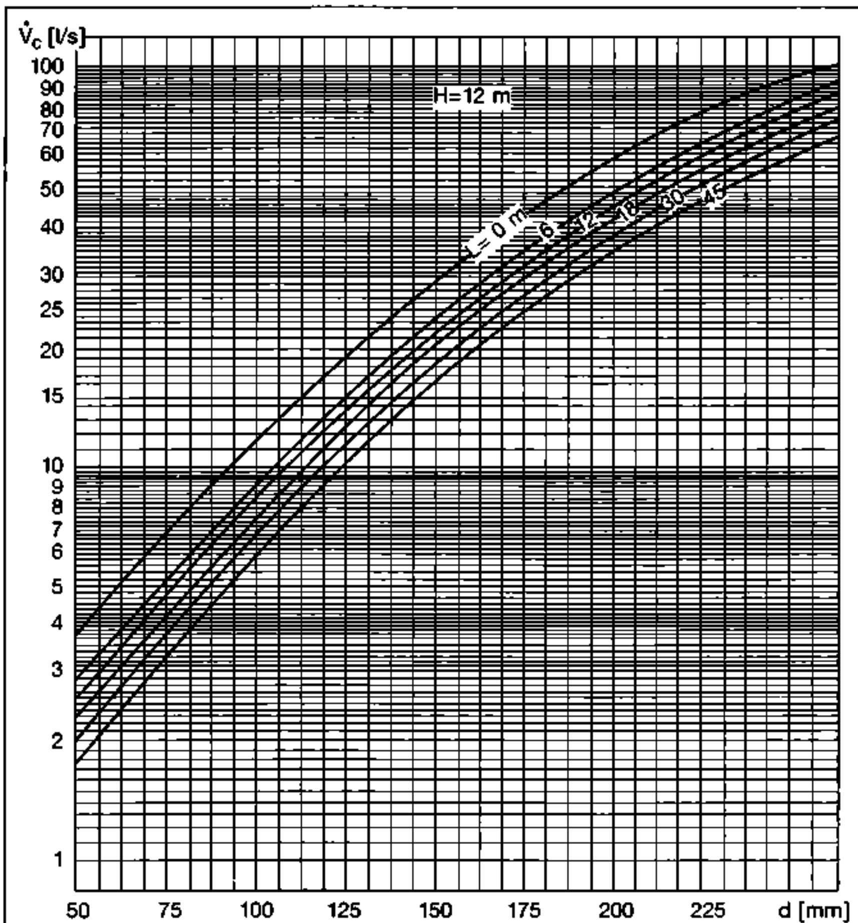


Fig. 3.5.14. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice, având înălțimea H = 12 m și a colectorului superior la care sunt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

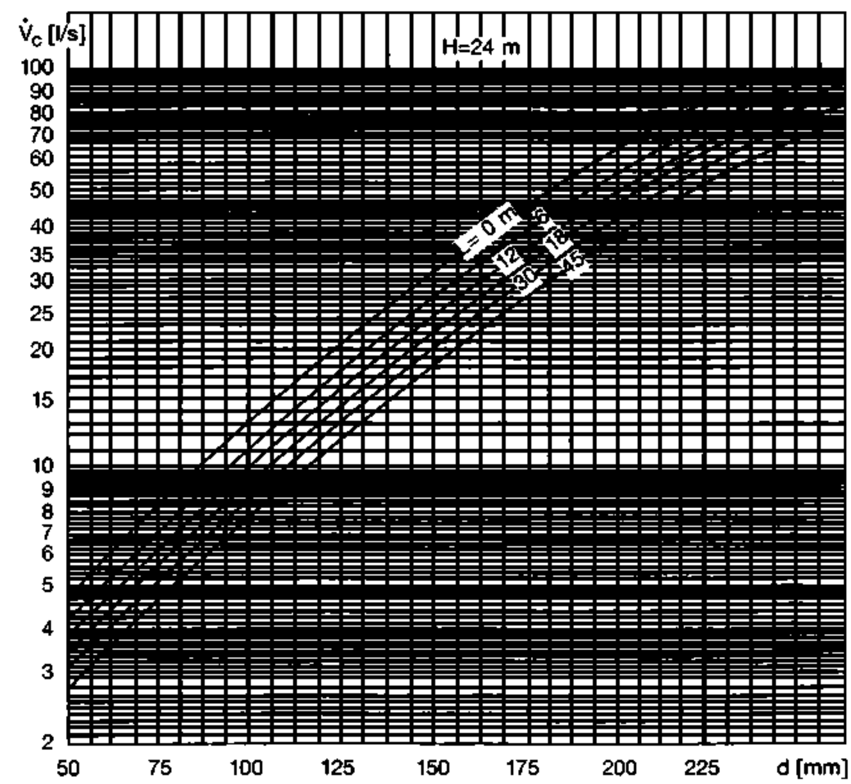


Fig. 3.5.15. Nomogramă pentru dimensionarea coloanelor de canalizare a apelor meteorice, având înălțimea H = 24 m și a colectorului superior la care sunt racordate receptoare la diferite distanțe de coloană.

deplinirea condiției.

b) Cazul curgerii sub presiune a apei meteorice în coloane și colectoare. Diametrul d_c al coloanelor de canalizare a apelor meteorice se determină cunoscând debitul de evacuare al receptorului $\dot{V}_R$ și viteza de curgere v_R:

$$\dot{V}_R = \frac{\pi d_c^2}{4} v_R \quad [m^3/s] \quad (3.5.6)$$

De unde:

$$d_c = \sqrt{\frac{2\dot{V}_R}{\pi v_R}} \quad [m] \quad (3.5.7)$$

Viteza de curgere v_R se calculează cunoscând înălțimea h admisibilă a stratului de apă de deasupra grătarului receptorului (fig. 3.5.16) din relația:

$$h = \frac{v_R^2}{2g}\left(1 + \sum \xi_R\right) \quad [m] \quad (3.5.8)$$

de unde:

$$v_R = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \sum \xi_R}} \quad [m/s] \quad (3.5.9)$$

în care:

$\sum\xi_R$ - este suma rezistențelor locale ale receptorului de ape meteorice.

Înlocuind relația 3.5.9 în relația 3.5.7 se obține:

$$d_c = \sqrt{\frac{2\dot{V}_R}{\pi}}\sqrt{\frac{1 + \sum \xi_R}{2gh}} \quad [m] \quad (3.5.10)$$

Diametrul d_o al colectoarelor (conducte orizontale) de canalizare a apelor meteorice se determină cunoscând debitul de calcul $\dot{V}_c$ al fiecărui tronson, care se obține însumând debitele coloanelor legate la el și viteza de curgere v_0:

$$\dot{V}_c = \frac{\pi d_0^2}{4} v_0 \quad [m^3/s] \quad (3.5.11)$$

de unde:

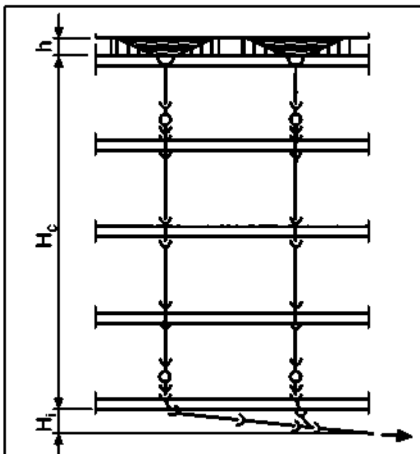


Fig. 3.5.16. Schemă de calcul pentru curgerea sub presiune a apelor meteorice în rețeaua interioară de canalizare.

Tabelul 3.5.7. Debitele maxime evacuate prin coloanele de canalizare a apelor meteorice, la care se racordează colectoare montate la partea superioară a clădirii, prevăzute cu mai multe receptoare (STAS 1795)

D_i [mm]	50	75	100	125	150	200
L_{co} [m]	Înălțimea coloanei H=6 m; $\dot{V}_c$ [l/s]					
6	4,0	7,2	12,0	17,0	25,5	52,0
12	4,6	7,8	12,5	18,0	27,0	54,5
18	4,7	8,4	13,0	19,0	28,0	57,0
30	5,3	9,6	14,5	21,5	31,0	62,0
L_{co} [m]	Înălțimea coloanei H = 12 m; $\dot{V}_c$ [l/s]					
6	5	7,5	14,5	22	32	64
12	5,5	8	15	23.5	33.5	67
18	6	9	16	24.5	35	70
30	7	10	18	27	37	76
L_{co} [m]	Înălțimea coloanei H = 24 m; $\dot{V}_c$ [l/s]					
6	5,8	9,5	15,5	25,0	36,5	79,0
12	6,3	10,3	17,3	27,0	40,0	82,0
18	6,8	11,5	18,5	29,0	42,5	86,0
30	7,8	12,0	20,5	32,0	47,0	95,0

L_{co} = Lungimea conductei orizontale
D_i = Diametrul interior

Exemplu de calcul:
- Pentru: H=6 m, $\dot{V}_c$=7 l/s, L_{co}=6 m; rezultă: V_i=75 mm; se alege d_i=100 mm, ca diametrul receptorului
- Pentru: H=6 m, $\dot{V}_c$=14 l/s, L_{co}=12 m; rezultă: d_i=125 mm
- Pentru: H=6 m, $\dot{V}_c$=21 l/s, L_{co}=18 m; rezultă: d_i=150 mm
- Pentru: H=6 m, $\dot{V}_c$=28 l/s, L_{co}=30 m; rezultă: d_i=150 mm

$$d_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot \dot{V}_c}{\pi \cdot v_0}} \quad [m] \qquad (3.5.12)$$

Viteza de curgere v_0 se determină din relația (fig. 3.5.16):

$$\frac{v_0^2}{2g}\left(1 + \sum_{i=1}^{k} \xi_{oi}\right) = h + H_c + H_i \qquad (3.5.13)$$

și înlocuind v_0 în relația 3.5.12 se obține:

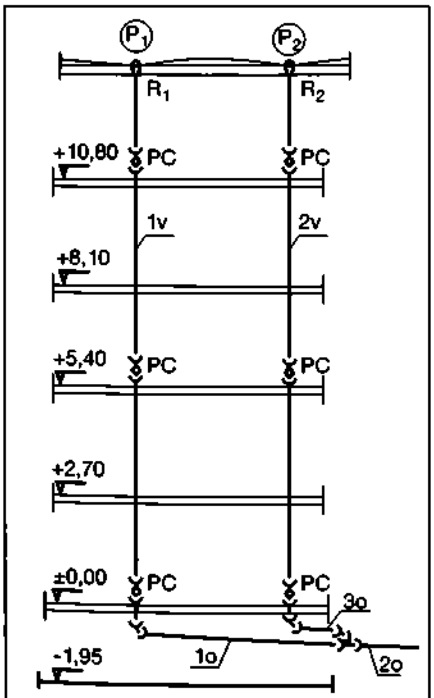


Fig. 3.5.17. Schemă de calcul a instalației interioare de canalizare a apelor meteorice la o clădire de locuit cu P + 4 etaje:
P_1, P_2 - coloane de canalizare ape meteorice.

$$d_0 = \sqrt{\frac{2\dot{V}_c}{\pi}} \sqrt{\frac{1 + \sum_{i=1}^{k} \xi_{oi}}{2gH^*}} \quad [m] \qquad (3.5.14)$$

în care:

$\sum_{i=1}^{k} \xi_{oi}$ - suma coeficienților rezistențelor locale;
g - accelerația gravitațională [m/s²];
$H^*=h+H_c+H_i$ - sarcina hidrodinamică sub care are loc curgerea sub presiune, [kPa] sau [m H_2O] (fig. 3.5.16);
h - înălțimea stratului de apă deasupra receptorului [m];
H_c - înălțimea coloanei de canalizare [m];
H_i - înălțimea rezultată din panta de montare a conductei orizontale, [m].

Viteza reală de curgere a apei în conducta orizontală de canalizare este:

$$v_r = \sqrt{2g\left(H^* - h_r\right)} \quad [m/s] \qquad (3.5.15)$$

unde:
h_r - este suma pierderilor totale de sarcină de la receptorul de ape meteorice până la secțiunea de calcul determinată cu relația:

$$h_r = h_{ri} + h_{rl} = il + \sum_{i=1}^{n} \xi_{oi} \frac{v_t^2}{2} \quad [kPa] \qquad (3.5.16\ a)$$

$$h_r = h_{ri} + h_{rl} = il + \sum_{i=1}^{n} \xi_{oi} \frac{v_t^2}{2g} \quad [mH_2O] \qquad (3.5.16\ b)$$

în care:
h_{ri} = il este suma pierderilor de sarcină liniare [kPa], [m H_2O];
i - pierderea de sarcină liniară unitară, [kPa/m], [m H_2O/m];
$v_t = \frac{4\dot{V}_c}{\pi d_0^2}$ - viteza de calcul (teoretică) a apei în conducta orizontală de canalizare [m/s];
l - lungimea conductei [m].

Se verifică condiția: $v_r \geq v_t$. În cazul $v_r < v_t$, diametrul d_0 al conductei orizontale calculat cu relația 3.5.14 se alege cu o dimensiune mai mare, se recalculează viteza reală cu relația 3.5.15 și se verifică îndeplinirea condiției $v_r \geq v_t$.

• *Dimensionarea jgheaburilor și burlanelor pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice.* Diametrul jgheaburilor circulare se determină cu relația:

$$D = 7,771 \cdot \left(\frac{\dot{V}^2}{i}\right)^{0.2} \quad [cm] \qquad (3.5.17)$$

în care:
$\dot{V}_c$ - este debitul de calcul [l/s];
i - panta geometrică a jgheabului.

Suprafața minimă de acoperiș, în proiecție orizontală, pentru colectarea apei meteorice, evacuată de un jgheab, este:

$$A_{min} = \frac{18A}{I}\sqrt{Ri} \quad [m^2] \qquad (3.5.18)$$

în care:
A - aria secțiunii utile a jgheabului [cm²];
R - A/p - raza hidraulică a jgheabului [cm];
i - panta geometrică a jgheabului;
I - intensitatea de calcul a ploii [mm/min·m²].

Suprafața maximă de acoperiș, în proiecție orizontală, pentru colectarea apei meteorice evacuată de la un burlan cu secțiunea circulară, este:

$$A_{max} = 1,435 \frac{A\sqrt{h}}{I} [m^2] \qquad (3.5.19)$$

unde:
A - este aria secțiunii burlanului [cm²];
h - înălțimea apei în jgheabul racordat [cm];
I - intensitatea de calcul a ploii [mm/min·m²].

Pentru burlane cu secțiunea pătrată sau dreptunghiulară valoarea rezultată din aplicarea relației 3.5.19 se majorează cu 30 %.

Tabelul 3.5.8. Calculul hidraulic al instalației de canalizare a apelor meteorice, aferente unei clădiri de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul 1, fig. 3.5.17)

Nr. tronson	A [m²]	I [l/s·ha]	φ	$\dot{V}_c$ [l/s]	$\dot{V}_R$ [l/s]	h [cm]	H_c [m]	$\dot{V}_{ct}$ [l/s]	Conducte verticale $\dot{V}_{max}$ [l/s]	Conducte verticale d [mm]	Panta	d [mm]	v_{sp} [m/s]	$\dot{V}_{sp}$ [l/s]	x	u	z	v_r [m/s]	Justificarea alegerii diametrelor
Coloana P1																			
R1	200	195	0,9	3,51	4,0	15	14,0	3,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Receptor pentru terase circulabile STAS 2742
Iv	-	-	-	-	-	-	-	3,51	14,4	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
Io	-	-	-	-	-	-	-	3,51	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,26	0,34	0,87	1,35	
Coloana P2																			
R2	150	195	0,9	2,63	4,0	15	14,0	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3v	-	-	-	-	-	-	-	2,63	14,4	110	-	-	-	-	-	-	-	-	
3o	-	-	-	-	-	-	-	2,63	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,19	0,29	0,80	1,24	
2	-	-	-	-	-	-	-	6,14	-	-	0,02	110	1,55	13,32	0,46	0,47	0,98	1,52	

Tabelul 3.5.9. Calculul hidraulic al instalației interioare de canalizare a apelor meteorice aferente unei hale industriale tip parter (exemplul de calcul 2, fig. 3.5.18)

Nr. tron-son	A [m²]	I [l/s·ha]	φ	$\dot{V}_c$ [l/s]	$\dot{V}_{ct}$ [l/s]	h [cm]	d_R [mm]	$\dot{V}_R$ [l/s]	H_c [m]	Colector superior L_i [m]	Colector superior $\dot{V}_{max}$ [l/s]	Colector superior d [mm]	Coloana $\dot{V}_{max}$ [l/s]	Coloana d [mm]	Conducte orizontale Panta	Conducte orizontale d [mm]	Conducte orizontale v_{sp} [m/s]	Conducte orizontale $\dot{V}$ [l/s]	Conducte orizontale x	Conducte orizontale u	Conducte orizontale z	Conducte orizontale v_r [m/s]	Justificarea alegerii diametrelor
Colectoarele I, V																							
R1	36	320	0,9	1,03	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Receptor cu parafrunzar cu bare din oțel și plasă din sârmă cu racor-dare dreaptă montată în puncte de cotă minimă (tabel 3.24)
1	-	-	-	-	1,03	-	-	-	6,0	12,0	12,5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R2	72	320	0,9	2,07	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	3,10	-	-	-	6,0	24,0	13,6	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R2	72	320	0,9	2,07	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	5,17	-	-	-	6,0	36,0	15,0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R1	36	320	0,9	1,03	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4v	-	-	-	-	6,20	-	-	-	6,0	-	-	-	9,7	100	-	-	-	-	-	-	-	-	
4o	-	-	-	-	6,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,015	100	0,81	6,45	0,96	0,74	1,21	0,98	
Colectoarele II, III, IV																							
R2	72	320	0,9	2,07	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	-	-	-	-	2,07	-	-	-	6,0	12,0	12,5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R3	144	320	0,9	4,14	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	6,21	-	-	-	6,0	24,0	13,6	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R3	144	320	0,9	4,14	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	10,35	-	-	-	6,0	36,0	15,0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
R2	72	320	0,9	2,07	-	10	100	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4v	-	-	-	-	12,42	-	-	-	6,0	-	-	-	15,1	125	-	-	-	-	-	-	-	-	
4o	-	-	-	-	12,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,008	150	0,77	13,65	0,90	0,71	1,19	0,91	

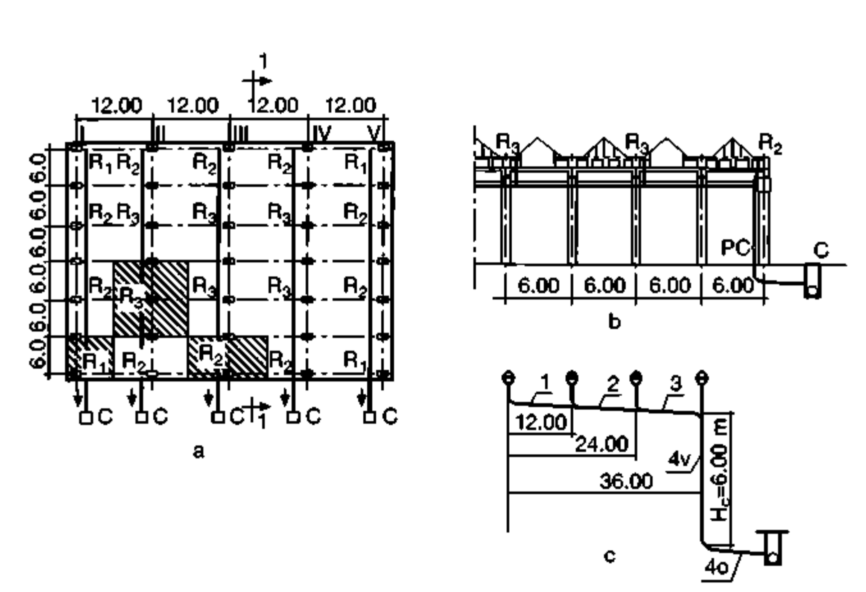


Fig. 3.5.18. Instalație interioară de canalizare pentru ape meteorice aferentă unei hale industriale tip parter:
a - plan hală; b - secțune longitudinală 1 - 1; c - schemă de calcul.

Diametrul ștuțului de racordare de la jgheab la burlan, se calculează cu relația:

$$D = 7,35\frac{\dot{V}^{0,5}}{h^{0,25}} \text{ [cm]} \quad (3.5.20)$$

în care:

$\dot{V}$ - este debitul de apă evacuat [l/s];

h - înălțimea apei în jgheab, la gura receptorului [cm].

Pentru burlane cu secțiunea pătrată, latura se majorează cu 10 %.

3.5.4. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se efectuează calculul hidraulic al conductelor instalației de canalizare a apelor meteorice a unei clădiri de locuit având parter și 4 etaje (fig. 3.5.17). Se cunosc următoarele date: clădirea are terasă circulabilă având suprafața de 350 m^2; înălțimea stratului de apă admisă deasupra receptoarelor este h = 15 cm; instalația se execută cu țevi din PVC.

Rezolvare. Pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice se folosesc două receptoare pentru terase circulabile (STAS 2742), suprafețele de calcul ale terasei care revin fiecărui receptor fiind de 200 m^2 respectiv 150 m^2. Instalația va avea două coloane P_1 și P_2 (fig. 3.5.17) ambele cu înălțimea de 14 m. Ținând seama de categoria clădirii și de condiția că apa de pe terasă nu poate pătrunde în interiorul clădirii, din tabelul 3.5.4 s-a ales frecvența de calcul a ploii de 2/1. S-a considerat durata de calcul a ploii de 5 min și din nomograma din fig. 3.5.9 sau din tabelul 3.5.5 a rezultat intensitatea ploii de I = 195 l/s·ha. Pentru terasă asfaltată, din tabelul 3.5.3 s-a dedus valoarea coeficientului φ = 0,9. S-a calculat debitul de apă al fiecărui receptor cu relația 3.5.4 și din tabelul 3.5.2 s-au ales două receptoare cu diametrul de 100 mm, având debitul maxim de 4 l/s la h = 15 cm.

Calculul hidraulic al conductelor este sistematizat în tabelul 3.5.8. Cunoscând diametrul receptorului R_1 s-a ales preliminar diametrul coloanei P_1 egal cu diametrul receptorului de 110 mm și s-a efectuat calculul de verificare, comparând debitul de calcul al coloanei $\dot{V}_c$ = 3,51 l/s cu debitul maxim $\dot{V}_{max}$ = 14,4 l/s ce poate fi evacuat prin coloana cu diametru de 110 mm și înălțimea H_c = 14 m, dedus prin interpolare din tabelul 3.5.6 sau din nomograma din fig. 3.5.12.

Conductele orizontale colectoare au fost calculate în ipoteza regimului de curgere cu nivel liber, verificându-se condiția hidraulică: $v_{min} \le v_r \le v_{max}$.

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul hidraulic al conductelor instalației de canalizare a apelor meteorice la o hală industrială tip parter având înălțimea de 6 m și dimensiunile în plan 36x48m (fig. 3.5.18). Se folosesc receptoare cu parafrunzar din bare din oțel și plasă de sârmă (fig. 3.5.6 e) montate în puncte de cotă minimă. Instalația se execută cu țevi din oțel, întrucât în hala industrială se desfășoară procese tehnologice cu degajări mari de căldură. Pardoseala halei este ocupată de utilaje tehnologice. Se consideră φ = 0,9 pentru coeficientul de colectare a apelor meteorice de pe suprafața acoperișului halei și h = 10 cm pentru înălțimea stratului de apă.

Rezolvare. S-a adoptat soluția de rețea cu colector montat la partea superioară a halei, la care sunt racordate 4 receptoare, o singură coloană având H_c = 6,0 m și o conductă orizontală de evacuare a apei meteorice la căminul de racord al instalației interioare la rețeaua exterioară de canalizare (fig. 3.5.18 c).

Ținând seama de forma constructivă a acoperișului halei și de suprafețele de colectare a apei care revin unui receptor, au rezultat 2 colectoare marginale identice (I și V fig. 3.5.18 a) și 3 colectoare identice (II, III și IV) amplasate între colectoarele marginale. După mărimea suprafeței colectoare aferente se observă că sunt 3 variante de receptoare R_1, R_2 și R_3 (fig. 3.5.18 a). Calculul debitului evacuat prin receptoare s-a efectuat cu relația 3.5.1 considerând I=320 l/s·ha, pentru o frecvență de calcul a ploii de 1/2, rezultatele fiind centralizate în tabelul 3.5.9.

Dimensionarea tronsoanelor componente ale colectorului montat la partea superioară a halei s-a efectuat fie folosind tabelul 3.5.7, fie nomograma din fig. 3.5.13. Diametrul primului tronson al colectorului (fig. 3.5.18 a) se alege preliminar, cel puțin egal cu diametrul receptorului, dar minimum de 100 mm.

Pentru înălțimea coloanei H_c=6,0 m, cunoscând lungimea L=12 m măsurată de la cel mai îndepărtat receptor până la ieșirea apei din tronsonul 1 care se dimensionează (fig. 3.5.18 c), s-a comparat debitul de calcul $\dot{V}_c$=1,03 l/s al apei pe tronsonul respectiv, cu debitul maxim indicat în tabelul 3.5.7 $\dot{V}_{max}$=12,5 l/s ce poate fi evacuat prin conducta cu diametrul de 100 mm preliminar ales, verificându-se condiția: debitul $\dot{V}_c$ este mai mic decât debitul maxim. Diametrele tronsoanelor specifice ale colectorului vor fi mai mari sau cel puțin egale cu diametrele tronsoanelor precedente.

Dimensionarea colectorului se poate face și cu ajutorul nomogramei din fig. 3.5.13.

Diametrul coloanei se alege preliminar cel puțin egal cu diametrul ultimului tronson al colectorului superior și se verifică condiția ca debitul de calcul $\dot{V}_c$ evacuat prin coloană să fie mai mic, cel mult egal cu debitul maxim ce poate fi evacuat prin coloana de diametru preliminar ales și de înălțimea H_c = 6,0 m, redat în tabelul 3.5.6. Această condiție poate fi verificată și cu ajutorul nomogramei din fig. 3.5.12.

Diametrul colectorului orizontal se alege, preliminar, egal cu diametrul coloanei și se verifică condiția hidraulică $v_{min} \le v_r \le v_{max}$, considerând cazul curgerii cu nivel liber.

3.6. Rețele exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Evacuarea apelor uzate menajere, industriale și meteorice, din instalațiile interioare la emisar, se efectuează printr-un ansamblu de conducte și construcții accesorii, denumit rețea exterioară de canalizare.

3.6.1. Încadrarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri în schemele și sistemele de canalizare a localităților

După rolul și importanța lor, rețelele exterioare de canalizare pot fi clasificate în: rețele exterioare secundare (sau „de serviciu") amplasate, de regulă, în interiorul ansamblurilor de clădiri, incintelor sau platformelor industriale și rețele exterioare principale (sau rețele publice de canalizare) în care sunt preluate apele uzate din rețelele secundare și transportate la stația de epurare a localității și mai departe în emisar.

Rețelele exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri sunt delimitate de secțiunea de control, care este căminul de racord al incintei canalizate la colectorul rețelei publice de canalizare a localității.

Rețelele secundare de canalizare din ansambluri de clădiri se execută, în general, în sistem unitar. Sistemul separativ se adoptă, în anumite cazuri, pentru canalizarea apelor meteorice aferente halelor industriale.

Racordarea instalațiilor interioare de canalizare a apelor uzate menajere, industriale și meteorice, care sunt concepute în sistem separativ, se face prin conducte distincte, în cămine exterioare de racord. De exemplu, pentru un ansamblu de clădiri de locuit (fig. 3.6.1), în fiecare cămin exterior de racord sunt evacuate din clădiri prin conducte separate apele uzate menajere, respectiv apele meteorice.

La rețeaua secundară exterioară de canalizare din ansambluri de clădiri se racordează și gurile de scurgere a apelor meteorice care sunt amplasate la rigole (fig. 3.6.1).

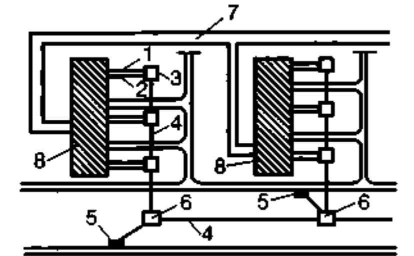


Fig. 3.6.1. Rețeaua de canalizare pentru un ansamblu de clădiri:
1 - racord pentru ape uzate menajere; 2 - idem, pentru ape meteorice; 3 - cămin de racord; 4 - canal colector secundar (de serviciu); 5 - gură de scurgere; 6 - cămin de vizitare; 7 - canal termic; 8 - clădire.

3.6.2. Materiale și echipamente utilizate la realizarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Canalele și conductele care alcătuiesc rețelele exterioare de canalizare trebuie să îndeplinească o serie de condiții de calitate, impuse de caracteristicile apelor uzate transportate, de structura și configurația terenului în care se montează etc.

Condițiile principale ce trebuie îndeplinite sunt:

- rezistență la sarcinile mecanice sau de altă natură la care sunt supuse;
- impermeabilitate, adică să nu permită infiltrația și exfiltrația;
- rezistență la agresivitatea apelor uzate transportate;

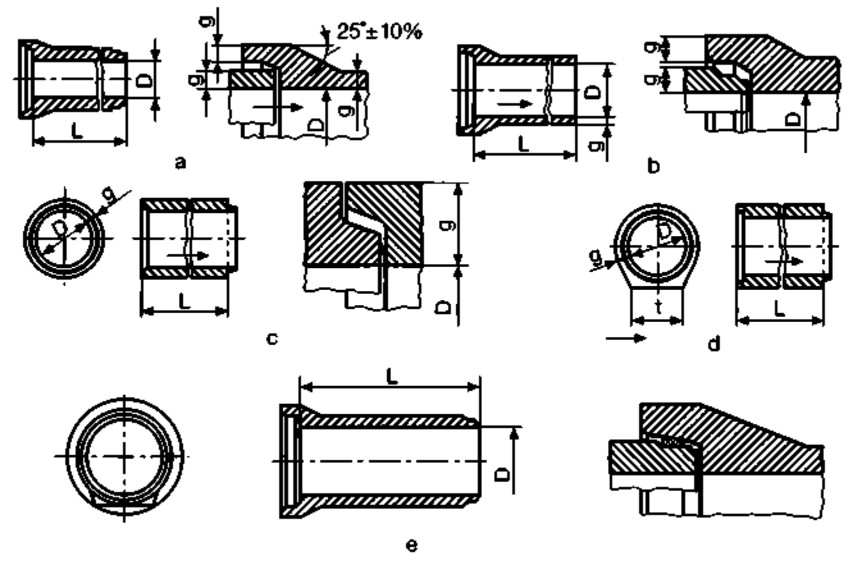


Fig. 3.6.2. Tuburi de canalizare din beton simplu, cu secțiune circulară:
a - fără talpă, cu mufă, pentru îmbinări umede;
b - idem, pentru îmbinări uscate; c - fără talpă, cu cep și buză;
d - cu talpă, cu cep și buză; e - cu talpă, cu mufă.

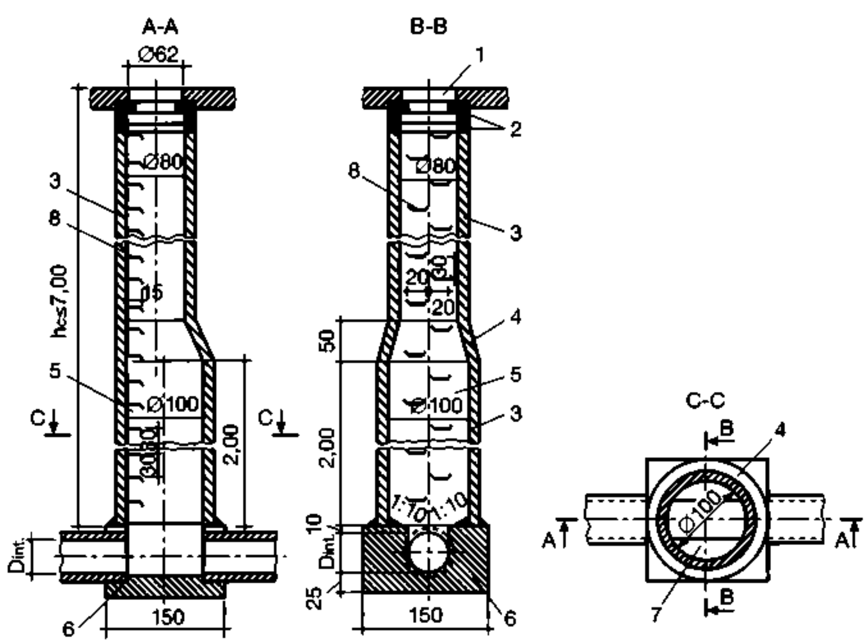


Fig. 3.6.3. Cămin de racord pentru canalizare:
1 - capac și ramă; 2 - piese pentru aducerea la cotă; 3 - tub circular (coș de acces); 4 - piesă tronconică; 5 – cameră de lucru; 6 – fundație; 7 – banchetă; 8 - trepte de acces.

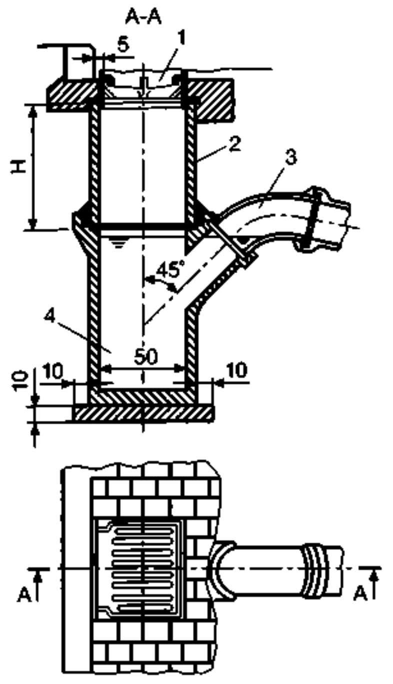


Fig. 3.6.4. Gură de scurgere cu depozit și sifon:
1 - grătar; 2 - corpul gurii de scurgere; 3 - cot simplu (sifon); 4 - depozit.

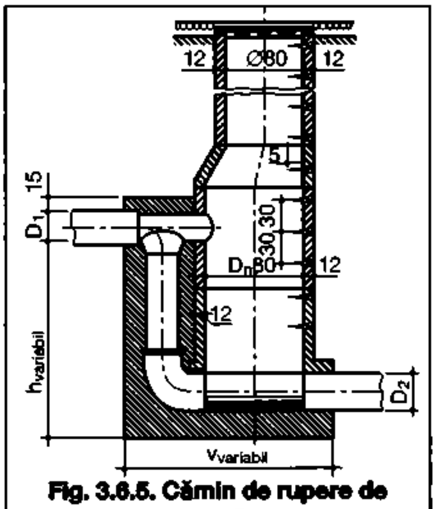


Fig. 3.6.5. Cămin de rupere de pantă.

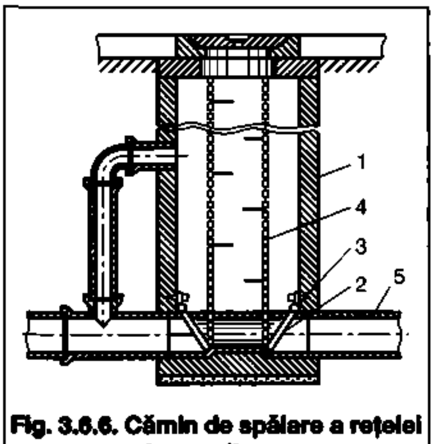


Fig. 3.6.6. Cămin de spălare a rețelei de canalizare:
1 – peretele căminului; 2 – clapetă; 3 – articulație; 4 – lanț; 5 – tub de canalizare.

- rugozitate cât mai redusă.

Pentru rețelele exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri se utilizează, în general, tuburi de canalizare de secțiune circulară, din: beton simplu sau armat, materiale ceramice, gresie ceramică antiacidă, materiale plastice (PVC, polietilenă, polipropilenă) și, mai rar, fontă și oțel (pentru subtraversări de obstacole).

Tuburile din beton simplu, cu secțiune circulară (fig. 3.6.2), sunt utilizate pentru ape uzate neagresive sau slab alcaline (pH=6...10); se fabrică cu diametre între 200 și 1000 mm. Îmbinarea tuburilor din beton se realizează fie cu mufe (fig. 3.6.2 a, b) fie cu cep și buză (fig. 3.6.2 c, d, e).

3.6.3. Construcții accesorii ale rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Rețeaua exterioară de canalizare cuprinde o serie de construcții accesorii, cum sunt: căminele de racord, de vizitare a rețelei, de rupere de pantă, de spălare etc., precum și guri de scurgere amplasate la rigolă. Acestea au rolul de a asigura evacuarea fără dificultăți a apelor uzate, în condițiile unor debite variabile și ale regimului de curgere cu nivel liber.

Căminele de racord ca și cele de vizitare (fig. 3.6.3) se pot executa din zidărie de cărămidă, din beton, tuburi din beton prefabricate sau tuburi din mase plastice. Secțiunile căminelor sunt standardizate, iar înălțimea lor variază în funcție de cota de montare a tuburilor de canalizare. Pentru accesul personalului de întreținere, în timpul exploatării rețelei, căminul este prevăzut cu o gură de acces închisă cu un capac metalic montat pe o ramă încastrată în beton, iar în interior sunt prevăzute o serie de trepte metalice fixate în peretele lateral.

Gurile de scurgere (fig. 3.6.4) sunt prevăzute cu depozit (la partea inferioară) pentru colectarea depunerilor prin sedimentare și sifon care are rolul de a împiedica ieșirea gazelor rău mirositoare din conducta de canalizare în atmosferă. Apele canalizate de rigolă intră în gura de scurgere prin capacul metalic prevăzut cu fante longitudinale.

În interiorul unor platforme industriale și pe căile mai puțin circulate, apele meteorice sunt canalizate prin rigole acoperite cu plăci perforate din beton.

Căminele de rupere de pantă (fig. 3.6.5) sunt construcții anexe care permit disiparea energiei apei, astfel încât viteza în canal să nu depășească valorile maxime admise. Aceste cămine realizează coborârea nivelului canalizării exterioare cu o cotă *h* variabilă în funcție de cota

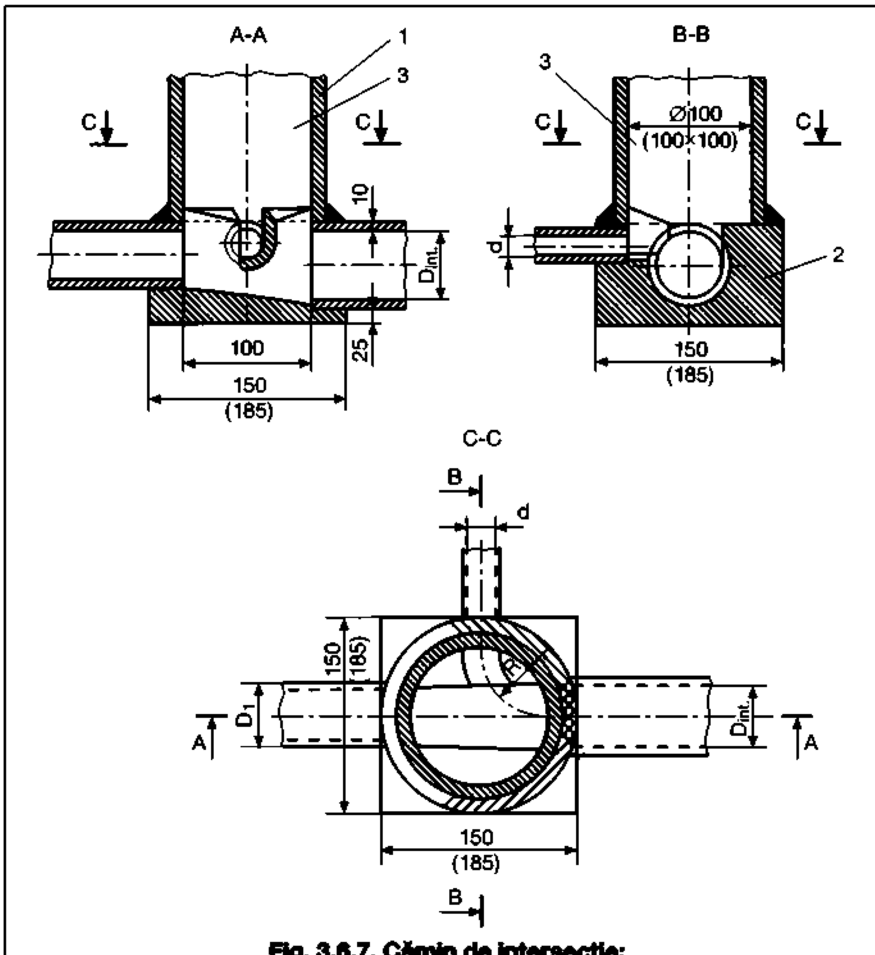


Fig. 3.6.7. Cămin de intersecție:
1 - tub circular; 2 – fundație; 3 – cameră de lucru.

radierului canalizării din aval, cotele terenului etc. În interiorul căminului se montează uneori elemente pentru intensificarea disipării energiei apei uzate.

Căminele de spălare (fig. 3.6.6) servesc pentru curățarea rețelei exterioare de canalizare și sunt prevăzute în interior la intrarea și ieșirea apei uzate, cu câte o clapetă cu lanț pentru acționare.

În prima fază a procesului de spălare, accesul apei uzate în conducta de intrare este liber și cel din conducta de ieșire închis. Apele uzate se acumulează în cămin până la nivelul conductei de siguranță și apoi se deschide brusc clapeta conductei de ieșire, producând o curgere la secțiunea plină cu viteză mărită a apei uzate către avalul căminului. Se realizează astfel antrenarea impurităților depuse pe fundul canalelor.

Căminele de intersecție (fig. 3.6.7) se execută cu rigola amenajată corespunzător. Se recomandă racordarea a cel mult 3 canale într-un cămin de intersecție. Pentru canale cu diametre mai mari de 500 mm se prevăd camere de intersecție.

3.6.4. Dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

3.6.4.1 Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor

Debitele de ape de canalizare se determină ținând seama de: sistemul de canalizare adoptat (separativ, unitar sau mixt), în secțiunile caracteristice pentru rețeaua de canale.

• *Debitele racordurilor instalațiilor interioare la rețeaua exterioară secundară (stradală) de canalizare din ansambluri de clădiri, debitele de ape uzate menajere, tehnologice (cu suspensii) și de ape meteorice evacuate din interiorul clădirilor se determină cu relațiile 3.3.7, 3.4.1 și 3.5.1.*

Pentru calculul hidraulic al rețelei de canalizare a localității, aceste debite se consideră repartizate uniform pe suprafața bazinului de canalizare, dacă au valori sub 10 l/s, sau concentrate în anumite puncte ale rețelei de canalizare, dacă au valori peste 10 l/s.

• *Debite de calcul pentru sistemul de canalizare separativ.* Debitele de calcul pentru rețeaua de canalizare a apelor uzate se determină prin însumarea debitelor orare maxime pentru diferite categorii de ape uzate, care rezultă în diferitele secțiuni de calcul.

Debitele de calcul pentru rețeaua de ape meteorice se stabilesc, de regulă, prin metode raționale, admițându-se ca model o ploaie de calcul uniform distribuită pe întregul bazin de canalizare, cu intensitatea constantă pe durata de concentrare superficială și de curgere prin canal.

La determinarea debitelor de ape meteorice se ține seama de:
- clasa de importanță a folosinței pentru care se realizează canalizarea;
- relieful și condițiile de curgere;
- permeabilitatea suprafețelor canalizate;
- necesitatea de apărare împotriva inundațiilor la ploi mai mari decât ploaia de calcul (pentru care sunt necesare justificări tehnico economice).

Debitul de calcul pentru ape meteorice se stabilește luându-se în considerare numai debitul ploii de calcul $\dot{V}_p$ [l/s], care se calculează cu relația:

$$\dot{V}_p = m\sum_{i=1}^{n} A_i \Phi_i I_i \qquad \text{[l/s]} \qquad (3.6.1)$$

în care:

m - este coeficient adimensional de reducere a debitelor de calcul, care ține seama de capacitatea de înmagazinare în timp a canalelor și de durata t_a a ploii de calcul: m=0,8 pentru $t \le 10$ min; m=0,9 pentru t>10 min;

Pentru canalele incipiente și pentru rețelele de canalizare care au diametrul mai mic de 100 mm, m=1,0

A_i - aria suprafeței bazinului de canalizare aferent secțiunii de calcul [ha];

Φ_i - coeficient de curgere aferent suprafeței A_i care se calculează cu relația:

$$\Phi_i = \frac{\dot{V}_c}{\dot{V}_p} \qquad (3.6.2)$$

$\dot{V}_c$ - debitul de ape meteorice căzute pe suprafața A_i care ajunge în canal [l/s];

$\dot{V}_p$ - debitul de ape meteorice căzute pe suprafața A_i [l/s];

I - intensitatea normală a ploii de calcul în funcție de frecvența f și durata ploii de calcul t conform STAS 9470 [l/s·ha].

Valorile coeficientului de curgere Φ_i în funcție de natura suprafeței bazinului de canalizare, sunt indicate în tabelul 3.6.1.

Pentru întreaga localitate sau zonă industrială, agrozootehnică etc., sau pentru zone caracteristice care cuprind diferite tipuri de amenajare a suprafețelor bazinelor de canalizare, coeficientul de curgere, Φ_i, se determină ca medie ponderată a valorilor din tabelul 3.6.1 cu suprafețele bazinelor de canalizare.

Frecvența normată a ploii de calcul f, în funcție de clasa de importanță a folosinței, este indicată în tabelul 3.6.2.

Durata ploii de calcul t se stabilește în secțiunea din avalul tronsonului de canal care se dimensionează, cu relațiile:
- pentru canale incipiente:

Tabelul 3.6.1. Valorile coeficientului de curgere φ (STAS 1846)

Natura suprafeței	Coeficientul de curgere
Învelitori metalice din ardezie, țiglă, sticlă	0,95
Terase asfaltate	0,85...0,90
Pavaje din astfalt, din piatră sau alte materiale, cu rosturi umplute cu mastic	0,80...0,85
Pavaje din piatră cu rosturi umplute cu nisip	0,60...0,70
Drumuri din piatră spartă (macadam)	0,25...0,50
Drumuri pietruite	0,15...0,30
Terenuri de sport, grădini	0,10...0,20
Incinte și curți nepavate, neînierbate	0,15...0,25
Terenuri agricole	0,05...0,15
Parcuri și suprafețe împădurite	0,05...0,10

OBSERVAȚII:
1. In cazul bazinelor de canalizare cu pante mari, se adoptă valorile maxime ale coeficientului de curgere.
2. Coeficientul de curgere se poate lua în mod diferențiat, pe etape de dezvoltare a localităților și industriilor.

Tabelul 3.6.2. Frecvența normată a ploii de calcul f, în funcție de clasa de importanță a folosinței (STAS 1846)

Clasa de importanță a folosinței care se canalizează (conform STAS 4273)	Unități cu caracter economic (industriale, agrozootehnice etc.)	Unitate cu caracter social (pentru populație, cartiere etc.)
I	1/5	1/3...1/5
II	1/3...1/2	1/2...1/1
III	1/2...1/1	1/1...2/1
IV	1/1...2/1	2/1
V	2/1	2/1

OBSERVAȚII:
1. La alegerea valorilor frecvențelor normate se vor adopta frecvențele mai mici pentru unitățile industriale sau centrele populate mai importante.
2. La propunerea proiectantului și cu acordul beneficiarului, pe baza unor calcule tehnico economice justificate, se pot stabili și alte frecvențe decât cele din tabel.

Tabelul 3.6.3. Gradele de umplere u, maxime admise pentru ape uzate menajere canalizate prin procedeul separativ

H [mm]	u
Până la 450	0,70
500...900	0,75
peste 900	0,80

OBSERVAȚII:

1. Gradul de umplere este raportul dintre înălțimea apei în canal (h) și înălțimea interioară a canalului (H).
2. La proiectare se vor alege profilul și dimensiunile colectorului care conduc la gradul de umplere cel mai mare, fără a depăși valorile din tabelul 3.3.13.

$$t = t_{cs} + \frac{L}{v_a} \quad \text{[min]} \qquad (3.6.3)$$

- pentru restul canalelor:

$$t_i = t_{i-1} + \frac{L_i}{v_{ai}} \quad \text{[min]} \qquad (3.6.4)$$

în care:

t_{cs} - este timpul de concentrare superficială (timpul în care apele meteorice ajung de la punctul de cădere cel mai îndepărtat de pe suprafața considerată la cel mai apropiat canal) [min];

L - lungimea tronsonului de canal incipient care se dimensionează [m];

v_a - viteza apreciată de curgere a apei în canalul incipient, considerată pentru un prim calcul de 60...120 m/min. În cazul în care viteza la secțiune plină rezultată la dimensionarea canalului diferă cu mai mult de ±20 % față de viteza apreciată inițial, calculul se reface adoptând o nouă viteză, egală cu viteza la secțiune plină rezultată, până când se verifică condiția de mai sus;

t_i - durata ploii de calcul în secțiunea i situată în avalul tronsonului de canal care se dimensionează [min];

t_{i-1} - durata ploii de calcul în secțiunea i-1 situată în avalul tronsonului de canal dimensionat anterior [min];

L_i - lungimea tronsonului de canal care se dimensionează [m];

v_{ai} - viteza apreciată de curgere a apei în canalul care se dimensionează [m/min]; ea trebuie astfel aleasă încât să nu difere cu mai mult de ±20 % de viteza la secțiune plină rezultată din dimensionarea canalului respectiv [m/min].

Timpul de concentrare superficială t_{cs} este în funcție de panta și natura suprafeței de colectare a apei, de densitatea construcțiilor, de lungimea parcursului de la punctul de cădere a apei de ploaie până la cel mai apropiat canal, de intensitatea și durata ploii, de capacitatea de reținere a apei în depresiuni etc.

Timpul de concentrare superficială se alege după cum urmează (valorile minime considerându-se pentru pante mari ale terenului, iar valorile maxime pentru terenuri plate):

- zone cu densitate mare a construcțiilor, cu suprafețe de colectare asfaltate sau pavate, unde apa de ploaie se scurge practic în canale, t_{cs}= 0,5...3,5 min;
- zone cu densitate medie a construcțiilor, cu suprafețe de colectare asfaltate sau pavate, alternând cu zone de spațiu verde, cel mai apropiat canal fiind la mai mult de 20...30 m de suprafața de cădere a apei de ploaie, t_{cs}= 3...5 min;
- zone cu densitate mică a construcțiilor, în zone cu caracter rural, cu suprafețe de colectare nepavate, t_{cs} = 5...10 min;
- zone rezidențiale, cu teren plat, străzi și piețe largi, cu mult spațiu verde amenajat, alei din pietriș etc., t_{cs} = 10...15 min.

Dacă durata ploii de calcul, t sau t_i, stabilită cu relațiile 3.6.3, sau 3.6.4 rezultă mai mică decât: 5 min în zone de munte (pante medii ≥ 0,5 %), 10 min în zone de deal (pante medii între 0,2 % și 0,5 %), 15 min în zone de șes (pante medii ≤ 0,2 %) la determinarea intensității ploii

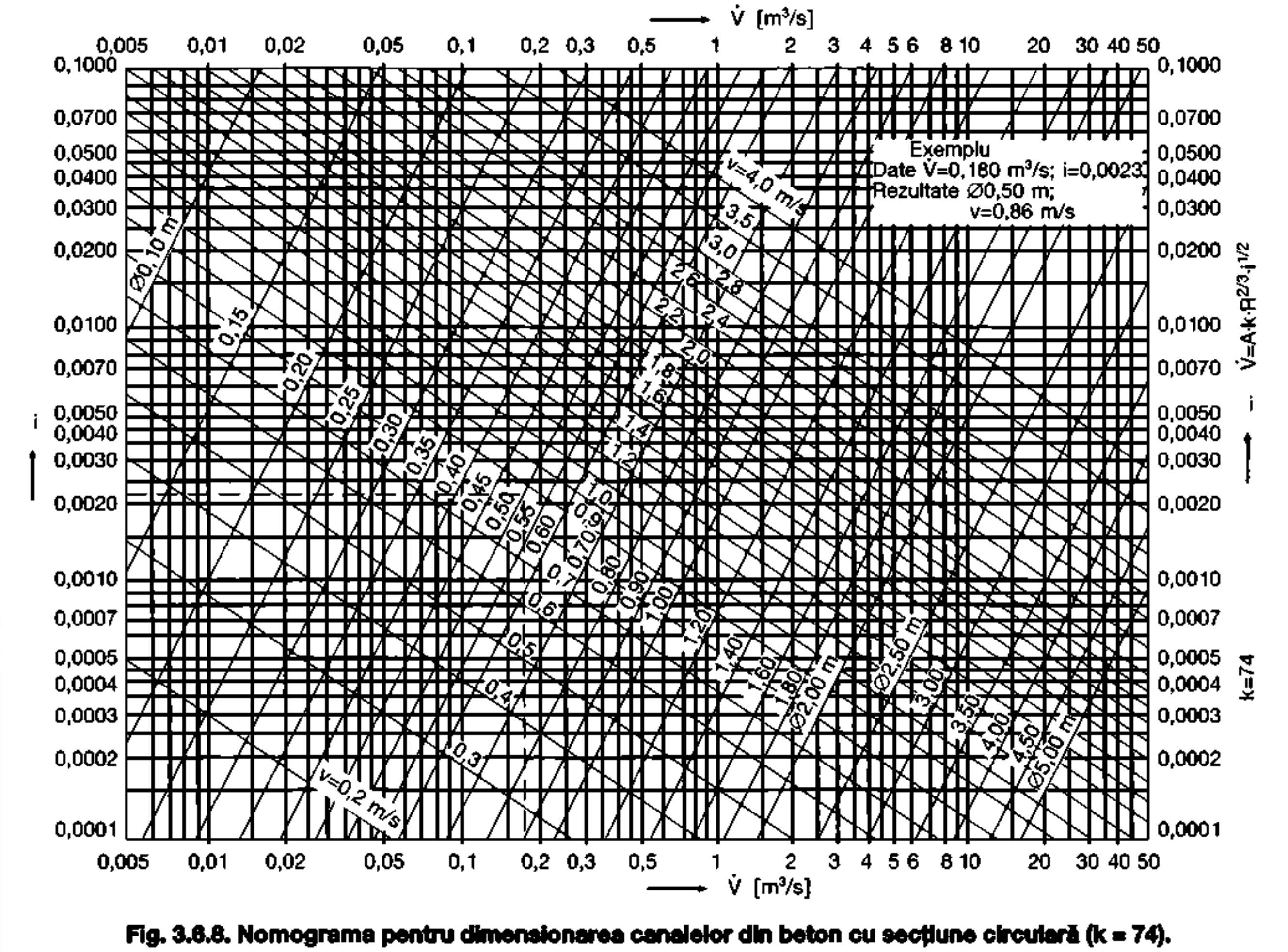


Fig. 3.6.8. Nomograma pentru dimensionarea canalelor din beton cu secțiune circulară (k = 74).

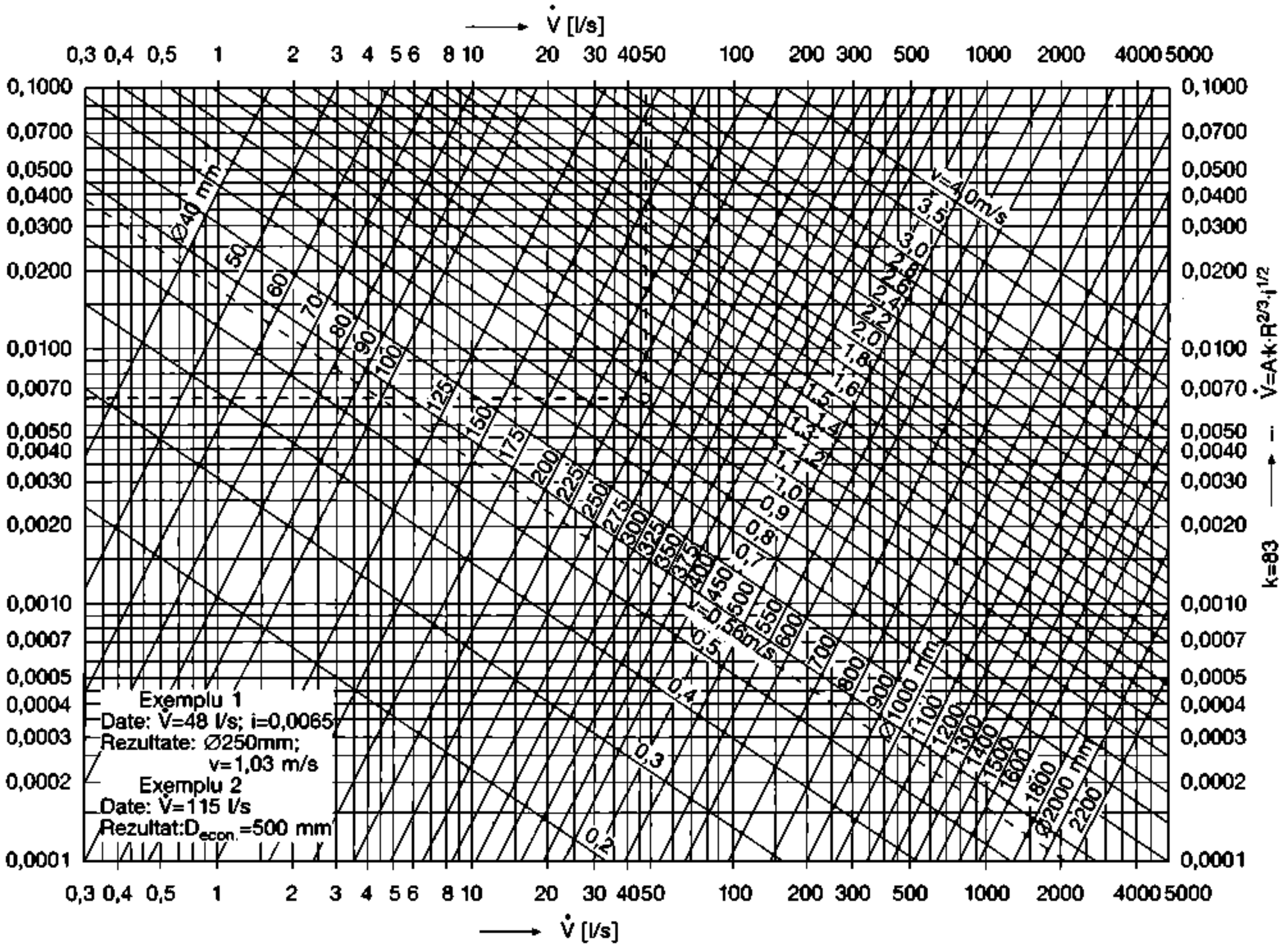
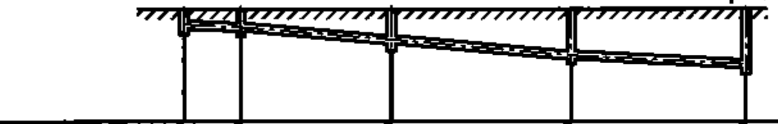


Fig. 3.6.9. Nomograma pentru dimensionarea canalelor din tuburi din fontă, bazalt sau gresie ceramică, cu secțiune circulară (k = 83).

de calcul se adoptă următoarele durate minime: 5 min pentru zone de munte, 10 min pentru zone de deal și 15 min pentru zone de șes.

Debitul de calcul al apei de ploaie, într-o secțiune *i*, rezultă din luarea în considerare a traseului pentru care se obține cea mai mare valoare a duratei ploii de calcul t_i, pornind de la extremitatea amonte a canalului. În cazuri speciale, condiționate de caracteristicile zonei canalizate, cum sunt: forma bazinului, mărimea coeficientului de curgere, poziția unor afluențe de apă la suprafață etc., se au în vedere situațiile care conduc la debite maxime, chiar dacă acestea nu corespund întregii suprafețe a zonei.



Nr. căminului	C_1		C_2		C_3		C_4		C_5
Cotă teren natural	151,75		151,80		152,30		153,00		153,80
Cotă teren amenajat	151,75		151,80		152,30		153,00		153,80
Cotă radier canal	150,75		150,59		150,33		150,00		149,68
Adâncimea căminului	1,10		1,31		2,07		3,10		4,22
Adâncimea săpăturii	150,45		150,29		150,03		149,80		149,38
Panta conductei		0,008		0,0065		0,0065		0,0055	
Distanța între cămine		20		40		50		50	
Distanțe cumulate	0		20		60		110		160
Diametrul conductei		300		300		300		400	

Fig. 3.6.10. Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare pentru un ansamblu de clădiri.

Debitul determinat într-o secțiune oarecare *i* este mai mare sau cel puțin egal cu debitul determinat în secțiunea imediat amonte *i - 1*.

• *Debite de calcul pentru sistemul de canalizare unitar.* Se stabilesc prin însumarea debitelor de ape uzate menajere, determinate cu relația 3.3.7, a debitelor de ape uzate tehnologice (cu suspensii) determinate cu relația 3.4.1 și de ape meteorice, determinate cu relația 3.6.1.

În cazul particular, al unor ansambluri mici de clădiri, la care, prin sistematizarea verticală, nu sunt prevăzute guri de scurgere pentru colectarea apelor meteorice de pe suprafața terenului, debitul de calcul pentru rețeaua de canalizare exterioară în sistem unitar, se poate determina prin însumarea debitelor de ape uzate menajere calculate cu relația 3.3.7, de ape uzate tehnologice determinate cu relația 3.4.1 și de ape meteorice calculate cu relația 3.5.1.

3.6.4.2 Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Conductele rețelei exterioare de canalizare se dimensionează ținând seama de: panta de montare, panta terenului, gradul de umplere maxim admis și rugozitatea suprafețelor interioare ale tuburilor de canalizare, astfel încât viteza medie a apei la curgerea cu nivel liber să fie mai mare (cel puțin egală) decât viteza minimă de autocurățire și mai mică decât viteza maximă admisă.

Pantele normale și minime de montare, în funcție de natura apei uzate, pentru diametre ale conductelor sunt date în tabelul 3.3.19. Panta canalelor trebuie astfel aleasă, încât la trecerea debitului maxim orar al apelor uzate - cu excepția celor neimpurificate - să se realizeze viteza minimă de autocurățire, v_{min} = 0,7 m/s. Pe traseele cu pante mari, unde s-ar putea depăși vitezele maxime admisibile, se prevăd cămine de rupere de pantă sau dispozitive asemănătoare.

Pentru procedeul separativ, gradul de umplere u, maxim admis pentru ape uzate menajere, este indicat în tabelul 3.6.3.

Pentru sisteme unitare și sisteme separative de ape meteorice, gradul de umplere la debitul orar maxim se ia $u \leq 0{,}95$.

Vitezele maxime admise v_{max} sunt: în canale închise din sisteme separative, 5 m/s pentru tuburi din beton armat și 3 m/s pentru tuburi din beton simplu, gresie ceramică, policlorură de vinil, azbociment și poliesteri armați cu fibră din sticlă; în canale închise în sisteme unitare, 8 m/s pentru tuburi din beton armat și 5 m/s pentru tuburi din beton simplu, gresie, policlorură de vinil, azbociment și poliesteri armați cu fibră din sticlă.

Pentru calculul hidraulic al conductelor exterioare de canalizare se folosesc nomogramele din fig. 3.6.8 pentru tuburi din beton cu secțiune circulară și din fig. 3.6.9 pentru tuburi din gresie ceramică, bazalt sau fontă. Aceste nomograme au fost trasate pe baza relației:

$$\dot{V} = A \cdot k \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad [m^3/s] \qquad (3.6.5)$$

în care:

$\dot{V}$ - este debitul de calcul [m³/s];

A - aria secțiunii de curgere [m²];

k - coeficient care depinde de materialul folosit (k = 74 pentru canale din beton și k = 83 pentru canale din fontă, bazalt, gresie ceramică);

R - raza hidraulică [m];

i - panta radierului canalului.

Diametrele conductelor se determină din condiții constructive și hidraulice. Condițiile constructive constau în alegerea preliminară a diametrului incipient al rețelei, care (conform STAS 3051) se recomandă să fie: de minimum 300 mm pentru canale circulare în sisteme de canalizare unitare și respectiv, separative pentru ape meteorice, și de 250 mm pentru celelalte ape uzate în sisteme separative. De asemenea, condițiile constructive impun ca diametrul unui tronson oarecare al rețelei de canalizare, să fie mai mare sau cel puțin egal cu diametrul tronsonului precedent.

Condițiile hidraulice constau în verificarea relațiilor:

$$u \leq u_{max} \qquad (3.6.6)$$

$$\text{și } v_{min} \leq v \leq v_{max} \qquad (3.6.7)$$

În acest scop se calculează raportul $x = \dot{V}/\dot{V}_{sp}$ între debitul de calcul $\dot{V}$ și debitul de curgere cu secțiune plină $\dot{V}_{sp}$, în care $\dot{V}_{sp}$ se determină cu nomograma din fig. 3.6.8, pentru conducte din beton cu secțiunea circulară sau, fig. 3.6.9, pentru tuburi din fontă, bazalt sau gresie ceramică.

Cu nomograma din fig. 3.3.30 pentru canale circulare se determină u și z. Se verifică relația 3.6.6; dacă $u > u_{max}$ se alege un diametru cu o dimensiune mai mare decât cel preliminar ales și se reia calculul până la îndeplinirea condiției 3.6.6.

Cunoscând valoarea $z = v/v_{sp}$ în care viteza la curgere cu secțiune plină v_{sp} rezultă din nomogramele redate în fig. 3.6.8, pentru conducte din beton, sau fig. 3.6.9, pentru tuburi din fontă, bazalt sau gresie ceramică, se calculează $v = zv_{sp}$ și se verifică relația 3.6.7; dacă $v < v_{min}$ se modifică panta de montare a conductei și se reia calculul până la verificarea relației 3.6.7.

Pentru conductele de canalizare exterioară din sistemul unitar, dimensionate după metodologia de mai sus se verifică îndeplinirea condițiilor hidraulice 3.6.6 și 3.6.7 și în ipoteza evacuării numai a debitelor de ape uzate menajere.

3.6.4.3 Dimensionarea gurilor de scurgere

Se recomandă amplasarea gurilor de scurgere de fiecare parte a străzii la intervale de 30...50 m, revenind pentru o gură de scurgere 500...700 m².

Calculul se efectuează cu următoarele relații:

$$\dot{V} = 2 \cdot A \cdot H_0^{0,5} \quad [m^3/s] \qquad (3.6.8)$$

pentru:

$$H_0 = \frac{v^2}{2g} < 1,33\frac{A}{L} \quad [m] \qquad (3.6.9)$$

respectiv:

$$\dot{V} = 2 \cdot A \cdot H_0^{0,5} \quad [m^3/s] \qquad (3.6.10)$$

pentru:

$$H_0 \geq 1,33\frac{A}{L} \quad [m] \qquad (3.6.11)$$

în care:

H_0 - este adâncimea admisibilă a apei în rigole [m];

Tabelul 3.6.4. Ariile suprafețelor de colectare a apelor meteorice aferente gurilor de scurgere GS (exemplul de calcul 1)

	GS_1	GS_2	GS_3	GS_4	GS_5	GS_6	GS_7	GS_8	GS_9	GS_{10}
A_v [m²]	250	300	200	150	200	400	250	300	150	600
A_d [m²]	300	150	500	300	300	600	250	150	300	150

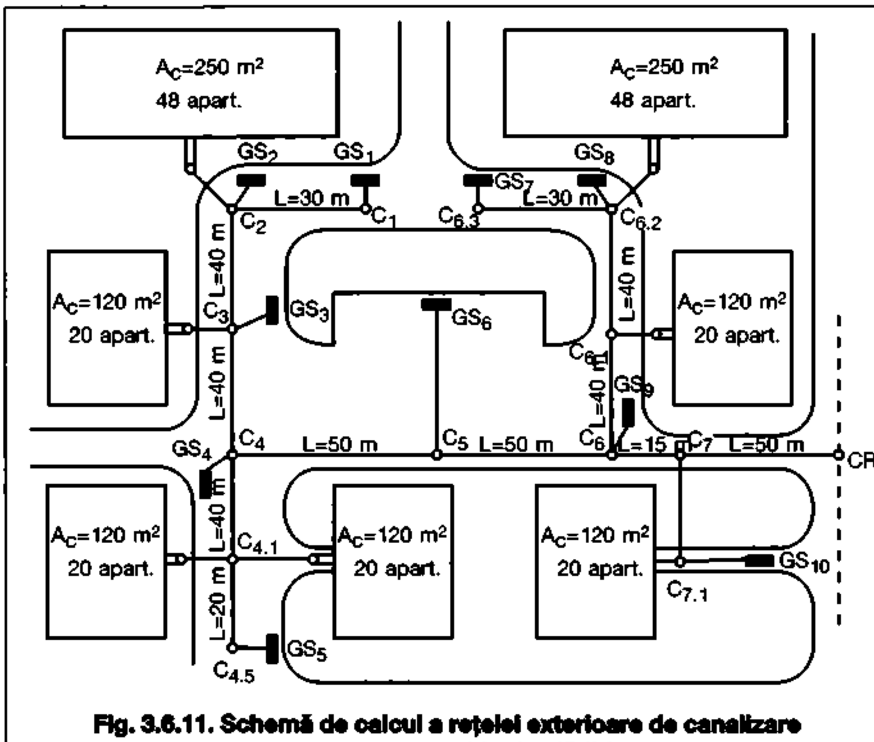


Fig. 3.6.11. Schemă de calcul a rețelei exterioare de canalizare pentru un ansamblu de clădiri.

v - viteza apei în vecinătatea gurii de scurgere [m/s];
A - suprafața golurilor grătarului [m²];
l - lungimea frontului de deversare, egal cu perimetrul grătarului [m].

3.6.4.4 Dimensionarea deversoarelor

Deversoarele sunt construcții prin intermediul cărora canalele colectoare în sistem unitar se descarcă parțial de apele de ploaie.

Debitul în canalul amonte:

$$\dot{V}_{am} = \dot{V}_{pl} + \dot{V}_{uz} \quad [m^3/s] \quad (3.6.12)$$

Debitul evacuat în canalul aval:

$$\dot{V}_{av} = n\dot{V}_{uz} \quad [m^3/s] \quad (3.6.13)$$

în care:
$\dot{V}_{am}$ - este debitul de apă în amonte;
$\dot{V}_{av}$ - debitul de apă în aval;
$\dot{V}_{pl}$ - debitul de calcul al apelor pluviale;
$\dot{V}_{uz}$ - debitul orar al apelor uzate pe timp uscat, calculat conform STAS 1846;
$n = 5$ - descărcarea în cuprinsul localităților;
$n = 2$ - descărcarea înaintea stației de epurare.

Lungimea totală de deversare:

$$L = \frac{\dot{V}_{dev}}{\frac{2}{3}\mu\sqrt{2gh_m^{1,5}}} \quad [m] \quad (3.6.14)$$

în care:
L - lungimea totală a deversorului [m];
$\dot{V}_{dev}$ - debitul de apă deversată în emisar, fără epurare [m³/s];
$h_m = (h_{am} - h_{av})/2$ - înălțimea medie a lamei deversante [m];
h_{am}, h_{av} - înălțimea lamei deversante în secțiunile amonte, aval [m];
μ - coeficient de debit, având valorile: coronament rotunjit: $\mu = 0,70...0,85$; coronament rectangular cu muchii vii, $\mu = 0,63...0,68$; coronament lat și rectangular, $\mu = 0,57...0,63$.

3.6.4.5 Dimensionarea bazinelor de retenție

Bazinele de retenție sunt construcții pentru reținerea pe timp limitat a apelor pluviale sau ale amestecului de ape uzate cu ape meteorice. Descărcarea bazinelor de retenție se poate face prin:
- curgere liberă la nivelul corespunzător debitului maxim al emisarului;
- pompare, în funcție de capacitatea rețelei publice de canalizare din aval.

Debite de calcul:

$$\dot{V}_c = \dot{V}_{dev} - \dot{V}_{av} \quad [m^3/s] \quad (3.6.15)$$

$$\dot{V}_{dev} = (\dot{V}_{pl} + \dot{V}_{uz}) - n\dot{V}_{uz} \quad [m^3/s] \quad (3.6.16)$$

în care:
$\dot{V}_{dev}$, $\dot{V}_{av}$ - au semnificația de la relațiile 3.6.13 și 3.6.14.

Capacitatea de înmagazinare a bazinelor de retenție pentru apele pluviale:

$$V = K \cdot \dot{V}_c \cdot t_c \quad [m^3] \quad (3.6.17)$$

în care:
V - este capacitatea de înmagazinare a bazinelor de retenție;
$\dot{V}_c$ - debitul apelor pluviale și uzate la intrarea în bazin [m³/s];
t_c - timpul ploii de calcul până la intrarea în bazin [s];
K - coeficient adimensional având valoarea în funcție de $\alpha = \dot{V}_{av}/\dot{V}_c$.

3.6.5. Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

Profilul longitudinal (fig. 3.6.10) reprezintă o secțiune verticală efectuată prin axa conductei exterioare de canalizare, între două puncte bine definite (de regulă, două cămine de canalizare).

Pentru trasarea profilului longitudinal al conductelor rețelei exterioare de canalizare, sunt necesare următoarele date:
- configurația (traseele) și lungimile conductelor rețelei, precum și amplasarea tuturor căminelor de canalizare, conform planului de situație al ansamblului de clădiri;
- cotele terenului natural (existente înainte de începerea lucrărilor) și ale terenului amenajat;
- diametrele și pantele de montare a conductelor exterioare de canalizare (stabilite prin calculul hidraulic al rețelei);
- cotele de ieșire din clădiri și diametrele conductelor interioare de canalizare;
- traseele și cotele celorlalte rețele exterioare (de alimentare cu apă, gaze naturale, combustibile, canale termice, cabluri electrice etc.) cu care se intersectează traseele rețelei de canalizare, precum și cotele punctelor obligate pentru traseul rețelei de canalizare (subtraversări, denivelări etc.).

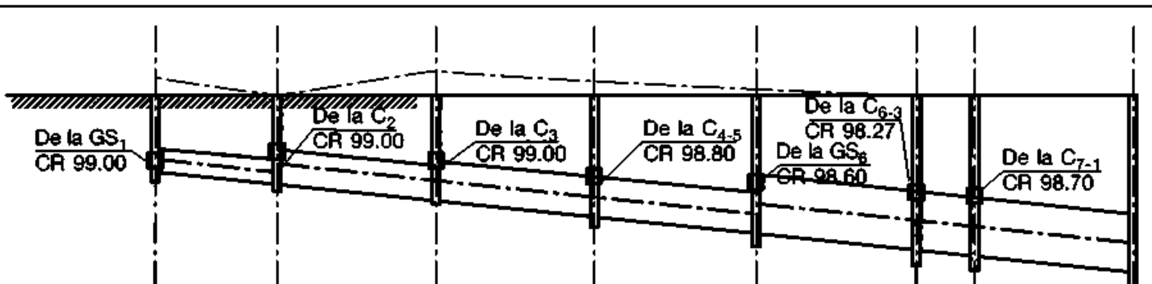
Profilul longitudinal se reprezintă grafic într-un sistem de axe rectangulare de coordonate având pe abscisă distanțele dintre puncte redate la scara 1:500 sau 1:1000 (de regulă, la scara planului de situație al ansamblului de clădiri), și pe ordonată cotele punctelor, redate la scara 1:50.

Sub axa absciselor se înscriu într-un tabel datele necesare întocmirii profilului longitudinal al rețelei exterioare de canalizare (fig. 3.6.10).

Profilul longitudinal al rețelei exterioare de canalizare este necesar proiectantului pentru stabilirea cotelor tuburilor de canalizare, a volumului de săpătură și a documentației economice a proiectului, iar executantului pentru realizarea instalației exterioare de canalizare.

3.6.6. Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se efectuează calculul hidraulic al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare, în sistem unitar, pentru un ansamblu de clădiri



Număr cămin	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	CR
Cotă teren natural	120,0	100,0	130,0	115,0	110,0	100,0	100,0	100,0
Cotă teren amenajat	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Cotă radier canal	99	98,79	98,51	98,22	97,87	97,52	97,42	97,07
Cotă săpătură	98,80	98,59	98,30	98,02	97,67	97,32	97,22	96,87
Distanța dintre cămine	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0	15,0	50,0	
Distanțe cumulate	0,0	30	70	110	160	210	225	275
Panta conductei	0,007	0,007	0,007	0,007	0,006	0,007	0,007	
Diametrul conductei	150	250	250	250	300	300	300	

Fig. 3.6.12. Profilul longitudinal al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare.

amplasat în orașul Oltenița. Pe schema de calcul din fig. 3.6.11 sunt notate: lungimile tronsoanelor L [m], suprafața construită A_c [m²], și numărul de apartamente. Numărul de persoane pe apartament este 2,5 și cosumul specific de apă este de 210 l/zi, persoană, suma debitelor specifice este 3,16 l/s·apartament și gradul de asigurare este 0,999‰. În tabelul 3.6.4 sunt indicate ariile suprafețelor de colectare a apelor meteorice aferente fiecărei guri de scurgere GS, în care A_v [m²] este suprafața spațiilor verzi și A_d [m²], suprafața drumurilor și platformelor asfaltate. Ansamblul de clădiri se încadrează în clasa II de importanță a folosinței, pentru care frecvența normală a ploii de calcul f = 1/2 (tab. 3.6.2). Timpul de concentrare superficială t_{cs} = 5 min pentru zonă cu densitate medie a construcțiilor, cu suprafețe de scurgere asfaltate alternând cu zone verzi. Panta medie a terenului este 0,2 %. Rețeaua de canalizare se execută cu tuburi din beton simplu, de secțiune circulară

Rezolvare. Calculul hidraulic al traseului principal C1...CR este redat în tabelul 3.6.5:

- în coloanele 1, 2 și 3 se trec tronsoanele de calcul, lungimile fiecărui tronson, respectiv lungimile cumulate de la căminul C1 către căminul de racord CR; în coloanele 4, 5 și 6 sunt trecute ariile suprafețelor A_c, A_v și A_d;
- în coloanele 7,8 și 9 produsele $\varphi_c A_c$, $\varphi_v A_v$ și $\varphi_d A_d$ în care valorile coeficienților φ s-au luat din tabelul 3.6.1;
- în coloana 10 s-au calculat sumele

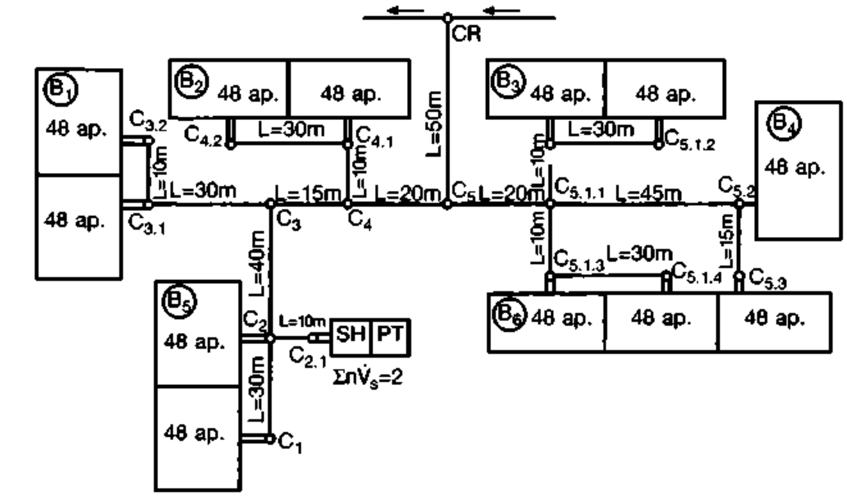
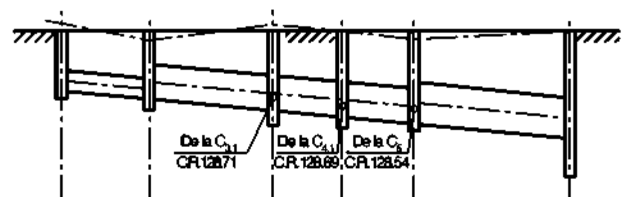


Fig. 3.6.13. Schema de calcul a rețelei exterioare de canalizare în sistem unitar aferentă unui ansamblu de clădiri de locuit având 576 apartamente.



Număr cămin	C1	C2	C3	C4	C5	CR
Cotă teren natural	130.25	129.40	130.10	130.00	129.50	130
Cotă teren amenajat	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00
Cotă radier canal	129.00	128.76	128.48	128.39	128.27	128.02 127.00
Cotă săpătură	128.80	128.56	128.28	128.19	128.07	127.82
Distanța dintre cămine		30.00	40.00	15.00	20.00	50.00
Distanțe cumulate	0	30	70		105	155
Panta conductei		0.006	0.006	0.007		0.006
Diametrul conductei		200	200	250	250	350

Fig. 3.6.14. Profilul longitudinal al traseului principal C1...CR ale rețelei de canalizare.

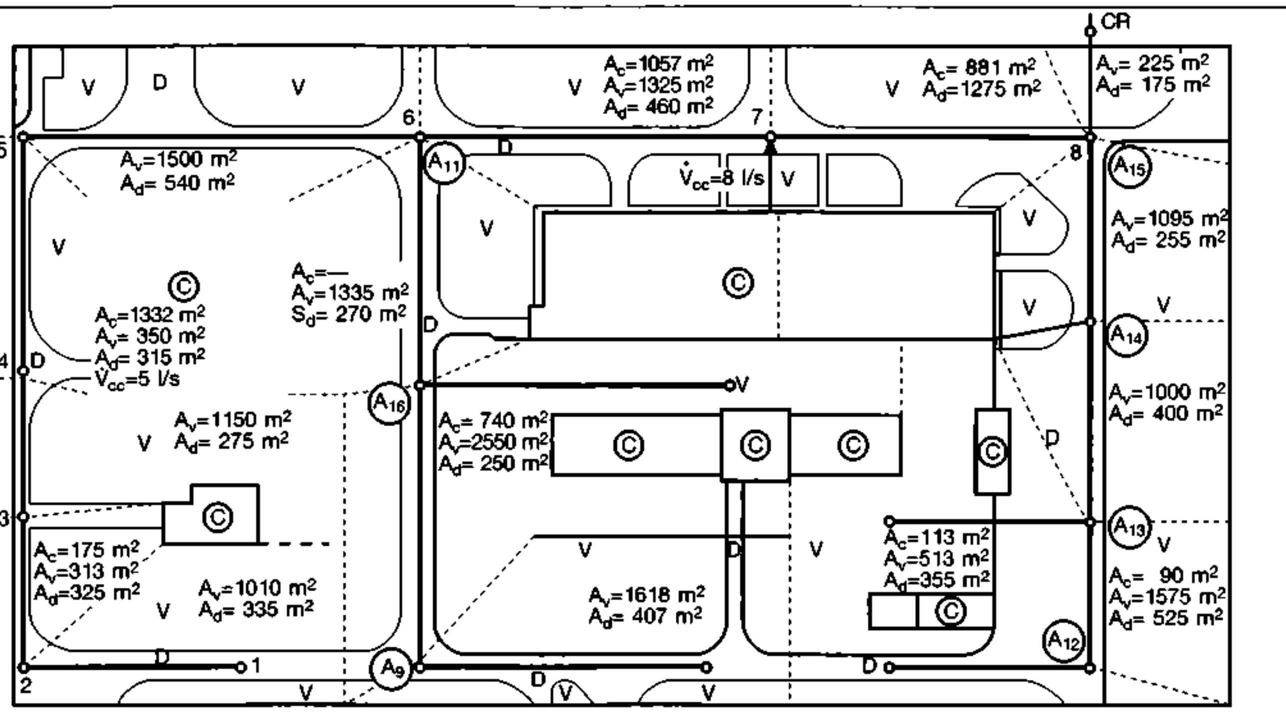


Fig. 3.6.15. Schema de calcul a rețelei exterioare de canalizare a apelor meteorice și convențional curate pentru o incintă industrială.

$\Sigma\varphi A = \varphi_c A_c + \varphi_v A_v + \varphi_d A_d$;

- în coloana 11 s-a calculat raportul dintre lungimea parțială a tronsonului și viteza apreciată a apei din tronson de 80m/min;
- în coloana 12 s-a calculat durata ploii de calcul cu relațiile 3.6.3 și 3.6.4;
- în coloana 13 s-a stabilit intensitatea ploii de calcul cu monograma din figura 3.5.9 și durata ploii de calcul;
- în coloana 14 s-a calculat debitul de calcul pentru apa de ploaie cu relația 3.6.1, în care m=0,8;
- în coloana 18 s-a calculat debitul $\dot{V}_{cm}$ [l/s], de ape uzate menajere cu relația 3.3.7 și cu datele înscrise în coloanele 15, 16, și 17, considerând că fiecare apartament are $\Sigma n\dot{V}_s$ = 3,16 l/s ($\dot{V}_s$ spălător 0,33, $\dot{V}_s$ lavoar 0,17, $\dot{V}_s$ closet 2,0 și $\dot{V}_s$ baie 0,66) și utilizând datele din tabelul 3.3.9. În coloana 19 s-a determinat debitul de calcul $\dot{V}_c = \dot{V}_{cm} + \dot{V}_p$. Din tabelul 3.3.19 s-au luat valorile pantelor de montare a conductelor care sunt trecute în coloana 20 (tab. 3.6.5). Folosind nomograma din figura 3.6.8 s-au determinat valorile vitezelor v_{sp} și debitelor $\dot{V}_{sp}$ la curgere cu secțiune plină a conductei și s-au trecut în coloanele 22 și 23. S-a calculat raportul x (coloana 24, tab. 3.6.5) și din tabelul 3.3.22 s-au determinat valorile u și z (coloanele 25 și 26, tab. 3.6.5), calculându-se, în final, viteza reală a apei $v= zv_{sp}$ (coloana 27, tab. 3.6.5). Se constată că sunt verificate relațiile 3.6.6 și 3.6.7.

În continuare s-a efectuat calculul de verificare a relației 3.6.7 în ipoteza trecerii prin conductele traseului principal C1...CR numai a debitului de calcul al apelor uzate menajere, rezultatele fiind redate în tabelul 3.6.5. În fig. 3.6.12 se prezintă profilul longitudinal al traseului principal al rețelei exterioare de canalizare din fig. 3.6.11.

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare (fig. 3.6.13) în sistem unitar, pentru un ansamblu de clădiri de locuit cu 576 apartamente cu 2,5 persoane pe apartament și consumul specific de apă de 210 l/zi·pers. Pe schema de calcul din fig. 3.6.13 sunt date: lungimile tronsoanelor de conducte, măsurate între 2 cămine succesive de canalizare. În ansamblul de clădiri nu sunt prevăzute guri de scurgere pentru colectarea apelor meteorice de pe suprafața terenului: frecvența ploii de calcul se consideră de 1/1.

Rețeaua exterioară de canalizare din ansamblul de clădiri este racordată la conducta de canalizare a localității în căminul de racord CR (fig. 3.6.13). Conductele rețelei de canalizare din ansamblul de clădiri se execută cu tuburi din beton simplu.

Rezolvare. Calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare din ansamblul de clădiri este redat în tabelul 3.6.6.

Întrucât rețeaua exterioară de canalizare nu colectează ape meteorice de pe suprafața terenului, debitul de calcul al conductelor exterioare $\dot{V}_c$ [l/s] s-a determinat prin însumarea debitelor de ape uzate menajere și ape meteorice evacuate din instalațiile interioare ale clădirilor.

Metodologia de efectuare a calculului hidraulic este similară celei folosite la exemplul de calcul 1. Atât pentru traseul principal C1...CR cât și pentru traseele exterioare ale rețelei exterioare de canalizare, s-a efectuat și calculul de verificare al relației (tab. 3.6.6) în ipoteza evacuării numai a debitelor de ape uzate menajere.

În fig. 3.6.14 este redat profilul longitudinal al traseului principal C1...CR al rețelei exterioare de canalizare din fig. 3.6.13.

Exemplul de calcul 3. Se efectuează calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare (fig. 3.6.15) a apelor meteorice și convențional curate pentru o incintă industrială amplasată în orașul Oltenița. Punctele de deversare a apelor convențional curate sunt precizate în fig. 3.6.15. Suprafețele din incinta industrială de pe care se colectează ape meteorice sunt: terase asfaltate, drumuri și platforme asfaltate și suprafețe nepavate. Panta generală a terenului în incintă este 0,2 %. Se consideră frecvența normală a ploii de calcul pentru clădiri industriale clasa II de importanță, f = 1/3 (tab. 3.6.2). Rețeaua exterioară de canalizare se execută cu tuburi din beton simplu.

Rezolvare. Pe schema de calcul din fig. 3.6.15 se delimitează suprafețele aferente de colectare a apelor meteorice, în vederea determinării debitului $\dot{V}_p$ [l/s], cu relația 3.6.1 pentru secțiunile de calcul ale rețelei. Calculul hidraulic al rețelei exterioare de canalizare este redat în tabelul 3.6.7 în care s-au considerat valorile: v_a = 80 m/min; t_{cs} = 5 min; m = 0,8 pentru durata ploii de calcul t < 40 min; diametrul minim al primului tronson de conductă 300 mm și panta de 0,005 m/m. S-a determinat pentru fiecare secțiune de calcul diametrul conductei și viteza reală de curgere a apei.

Tabelul 3.6.5. Calculul hidraulic al traseului principal C1...,CR al rețelei exterioare de canalizare (exemplul de calcul 1)

Trons.	Lungimea tronsonului [m]		Aria suprafețelor de colectare [m²]			A [m²]			φA [m²]	L_p/v_s [min]	t [min]	I [l/s·ha]	$\dot{V}_p$ [l/s]	$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]	$\dot{V}_{s\,max}$ [l/s]	$\dot{V}_{cm}$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	panta	D_n [mm]	v_{sp} [m/s]	$\dot{V}_{sp}$ [l/s]	$x = \dot{V}_c/\dot{V}_{sp}$	u [m/s]	$z = v \cdot \dot{V}_{sp}$	$v = z \cdot \dot{V}_{sp}$
	parțială L_p	totală	A_c	A_v	A_d	$\varphi_c = 0{,}95$ $\varphi_c A_c$	$\varphi_v = 0{,}1$ $\varphi_v A_v$	$\varphi_d = 0{,}85$ $\varphi_d A_d$																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Colector principal C1...CR; v_s = *60* m/min până la C3-C4 și v_s =*80* m/min de la C4-C5; Panta terenului = 0,002 (constantă); t_{cs} = *5* min, (constantă); m = *1,0* (constantă)																										
C1-C2	30	30		250	300		25	255	280	0,5	5,50	310	8,68					8,68	0,007	150	0,70	12,0	0,723	0,615	1,125	0,788
C2-C3	40	70	250	550	450	238	55	383	675	0,667	6,17	295	19,91	151,7	2,22	2,00	4,22	24,13	0,007	250	0,98	50,0	0,483	0,490	0,995	0,975
C3-C4	40	110	370	750	950	352	75	808	1234	0,667	6,83	282	34,80	214,9	2,74	2,00	4,74	39,54	0,007	250	0,98	50,0	0,791	0,650	1,150	1,127
C4-C5	50	160	610	1100	1550	580	110	1318	2007	0,625	7,46	275	55,19	341,3	3,62	2,00	5,62	60,81	0,007	250	0,98	50,0	1,216	0,880	1,200	1,176
C5-C6	50	210	610	1500	2150	580	150	1828	2557	0,625	8,08	265	67,76	341,3	3,62	2,00	5,62	73,38	0,007	300	1,10	80,0	0,917	0,720	1,190	1,309
C6-C7	15	225	980	2200	2850	931	220	2423	3574	0,1875	8,27	255	91,12	556,2	4,92	2,00	6,92	98,04	0,007	300	1,10	80,0	1,226	0,890	1,200	1,320
C7-C8	50	275	1100	2800	3000	1045	280	2550	3875	0,625	8,90	250	96,88	619,4	5,32	2,00	7,32	104,20	0,007	300	1,10	80,0	1,302	0,890	1,200	1,320
Verificarea canalizării la condițiile meteorologice fără precipitații atmosferice																										
C2-C3														151,7	2,22	2,00	4,22	4,22	0,0035	250	0,98	50,0	0,084	0,185	0,665	0,652
C3-C4														214,9	2,74	2,00	4,74	4,74	0,0035	250	0,98	50,0	0,085	0,185	0,670	0,657
C4-C5														341,3	3,62	2,00	5,62	5,62	0,0035	250	0,98	50,0	0,112	0,210	0,710	0,696
C5-C6														341,3	3,62	2,00	5,62	5,62	0,0035	300	1,10	80,0	0,070	0,165	0,635	0,699
C6-C7														556,2	4,92	2,00	6,92	6,92	0,0035	300	1,10	80,0	0,087	0,190	0,680	0,748
C7-C8														619,4	5,32	2,00	7,32	7,32	0,0035	300	1,10	80,0	0,092	0,192	0,682	0,750

Tabelul 3.6.6. Calculul hidraulic de dimensionarea rețelei de canalizare în sistem unitar, pentru un ansamblu de clădiri de locuit având 576 apartamente (exemplul de calcul 2.)

Tronson	$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]	$\dot{V}_{csm}$ [l/s]	$\dot{V}_{cm}$ [l/s]	L [m]	L_c [m]	t_{cs} [min]	v_d [m/s]	t [min]	t_c [min]	A [m²]	φ	I [l/s·ha]	$\dot{V}_p$ [l/s]	$\dot{V}_c$ [l/s]	D_n [mm]	p	$\dot{V}_{sp}$ [l/s]	v_{sp} [m/s]	x	u	z	v_r [m/s]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Colectorul principal C1-CR																							
C1-C2	151,7	2,22	2,0	4,22	30	30	5	80	0,38	5,38	350	0,9	260	8,19	12,41	200	0,008	29,2	0,89	0,425	0,450	0,965	0,86
C2-C3	303,4	3,36	2,0	5,36	40	70	5	80	0,88	5,88	700	0,9	250	15,75	21,11	200	0,008	29,2	0,89	0,723	0,615	1,120	1,00
C3-C4	606,72	5,18	2,0	7,18	15	85	5	80	1,06	6,06	1400	0,9	245	30,87	38,05	250	0,007	49,0	0,98	0,78	0,645	1,14	1,12
C4-C5	910,08	6,75	2,0	8,75	20	105	5	80	1,31	6,31	2100	0,9	240	45,36	54,11	250	0,007	49,0	0,98	1,10	0,850	1,210	1,19
C5-Cr	1820,16	10,83	2,0	12,83	50	155	5	80	1,94	6,94	4200	0,9	230	86,94	99,77	350	0,006	110,0	1,11	0,907	0,715	1,190	1,32
Calculul de verificare a colectorului principal C1-CR																							
C1-C2	151,7	2,22	2,0	4,22	30	30									4,22	200	0,008	29,2	0,89	0,145	0,240	0,750	0,67
C2-C3	303,4	3,36	2,0	5,36	40	70									5,36	200	0,008	29,2	0,89	0,184	0,280	0,800	0,71
C3-C4	606,72	5,18	2,0	7,18	15	85									7,18	250	0,007	49,0	0,98	0,147	0,250	0,760	0,74
C4-C5	910,08	6,75	2,0	8,75	20	105									8,75	250	0,007	49,0	0,98	0,179	0,280	0,800	0,78
C5-Cr	1820,16	10,83	2,0	12,83	50	155									12,83	350	0,006	110,0	1,11	0,117	0,220	0,720	0,80
Colectorul secundar C3.2-C3																							
C3.2-C3.1	151,7	2,22	2,0	4,22	10	10	5	80	0,13	5,13	350	0,9	260	8,19	12,41	200	0,008	29,2	0,89	0,425	0,450	0,965	0,86
C3.1-C3	303,4	3,36	2,0	5,36	30	40	5	80	0,50	5,50	700	0,9	255	16,07	21,43	200	0,008	29,2	0,89	0,734	0,620	1,130	1,01
Calculul de verificare a colectorului secundar C3,2-C3																							
C3.2-C3.1	151,7	2,22	2,0	4,22	10	10									4,22	200	0,008	29,2	0,89	0,145	0,240	0,750	0,67
C3.1-C3	303,4	3,36	2,0	5,36	30	40									5,36	200	0,008	29,2	0,89	0,184	0,280	0,800	0,71
Colectorul C4.2-C4																							
C4.2-C4.1	151,7	2,22	2,0	4,22	30	30	5	80	0,38	5,38	350	0,9	262	8,25	12,47	200	0,008	29,2	0,89	0,427	0,450	0,965	0,86
C4.1-C4	303,4	3,36	2,0	5,36	10	40	5	80	0,50	5,50	700	0,9	255	16,07	21,43	200	0,008	29,2	0,89	0,734	0,620	1,130	1,01
Calculul de verificare a colectorului C4,2-C4																							
C4.2-C4.1	151,7	2,22	2,0	4,22	30	30									4,22	200	0,008	29,2	0,89	0,145	0,240	0,750	0,67
C4.1-C4	303,4	3,36	2,0	5,36	10	40									5,36	200	0,008	29,2	0,89	0,184	0,280	0,800	0,71
Colectorul C5.3-C5																							
C5.3-C5.2	151,7	2,22	2,0	4,22	15	15	5	80	0,19	5,19	350	0,9	262	8,25	12,47	200	0,008	29,2	0,89	0,427	0,455	0,967	0,86
C5.2-C5.1	303,4	3,36	2,0	5,36	45	60	5	80	0,75	5,75	700	0,9	250	15,75	21,11	200	0,008	29,2	0,89	0,723	0,615	1,125	1,00
C5.1-C5	910,1	6,75	2,0	8,75	20	80	5	80	1,00	6,00	2100	0,9	247	46,68	55,43	250	0,007	49,0	0,98	1,131	0,870	1,21	1,19
Calculul de verificare a colectorului C5.3-C5																							
C5.3-C5.2	151,7	2,22	2,0	4,22	15	15									4,22	200	0,008	29,2	0,89	0,145	0,24	0,75	0,67
C5.2-C5.1	303,4	3,36	2,0	5,36	45	60									5,36	200	0,008	29,2	0,89	0,184	0,28	0,8	0,71
C5.1-C5	910,1	6,75	2,0	8,75	20	80									8,75	250	0,007	49,0	0,98	0,179	0,28	0,8	0,78
Colectorul secundar C5.1.2-C5.1																							
C5.1.2-C5,1.1	151,7	2,22	2,0	4,22	30	30	5	80	0,38	5,38	350	0,9	262	8,25	12,47	200	0,008	29,2	0,89	0,427	0,450	0,965	0,86
C5.1.1-C5.1	303,4	3,36	2,0	5,36	10	40	5	80	0,50	5,50	700	0,9	255	16,07	21,43	200	0,008	29,2	0,89	0,734	0,620	1,130	1,01
Calculul de verificare a colectorului secundar C5.1.2-C5.1																							
C5.1.2-C5.1.1	151,7	2,22	2,0	4,22	30	30									4,22	200	0,008	29,2	0,89	0,145	0,240	0,750	0,67
C5.1.1-C5.1	303,4	3,36	2,0	5,36	10	40									5,36	200	0,008	29,2	0,89	0,184	0,280	0,800	0,71

3.7. Instalații de pompare a apelor de canalizare

Pomparea apelor uzate este necesară atunci când, datorită configurației terenului, cota radierului conductei publice de canalizare este deasupra cotei radierului conductei de canalizare secundară din ansamblul de clădiri sau când distanța între zona canalizată și stația de epurare sau emisar este mare.

În situația în care nu se dispune de spațiu pentru amplasarea pompelor în exteriorul bazinului de colectare a apelor uzate, se aplică soluția cu stații de pompare amplasate deasupra bazinului sau căminului de colectare a apelor uzate. În fig. 2.7.3 se prezintă stația de pompare a apelor uzate cu pompă submersibilă cu ax vertical WILO VC cu electromor amplasat deasupra bazinului de colectare a apelor uzate.

3.7.1. Soluții constructive și scheme pentru instalații de pompare a apelor de canalizare

Stațiile de pompare a apelor de canalizare se clasifică după următoarele criterii:
- tipul agregatelor de pompare: cu pompe cu ax vertical sau cu ax orizontal;
- modul de amplasare al bazinului pentru recepționarea (colectarea) apelor uzate: cu bazinul de recepție sub, adiacent (lipit) sau independent de sala pompelor;
- tipul construcției: subterană, semiîngropată sau supraterană.

Apele uzate se colectează în camere de recepție, rezervoare, cămine sau recipiente închise. În fig. 3.7.1. se prezintă stația de pompare a apelor uzate cu pompa WILO TP care este amplasată în exteriorul unui bazin de colectare a apelor uzate. În fig. 3.7.2. se prezintă stația de pompare a apelor uzate cu pompa submersibilă WILO MTC, care este amplasată în bazinul de colectare a apelor uzate.

În situația în care nu se dispune de spațiu pentru amplasarea pompelor în exteriorul bazinului de colectare a apelor uzate, se aplică soluția cu stații de pompare amplasate deasupra bazinului sau căminului de colectare a apelor uzate. În fig. 3.7.3 se prezintă stația de pompare a apei uzate cu pompa submersibilă cu ax vertical WILO VC cu electromotorul amplasat deasupra bazinului de colectare a apelor uzate.

3.7.2. Echipamente și utilaje specifice folosite pentru pomparea apelor de canalizare

Pentru pomparea apelor uzate din drenaje, epuismente, ape cu conținut redus de impurități denumite ape convențional curate, pentru debite mici de la 2 la 5 m^3/h și înălțimi de pompare de la 9 la 5 m, se utilizează pompele WILO LP 40 (fig. 3.7.4.A). Pentru acelați fel de ape uzate dar cu debite cuprinse între 6 și 50 m^3/h și înălțimi de pompare de 50 la 20 m, se utilizează pompe din familia WILO LPC (fig. 3.7.4.B).

În cazul apelor uzate menajere, provenite

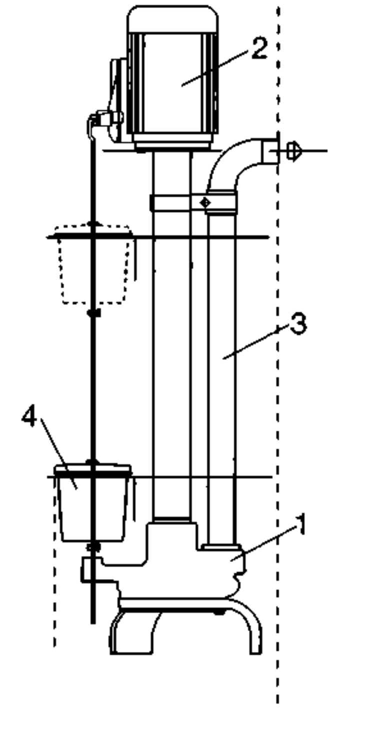


Fig. 3.7.3. Stație de pompare a apelor uzate menajere cu pompă submersibilă cu ax vertical WILO VC cu electromotorul amplasat deasupra bazinului de colectare a apelor uzate:
1 – pompa submesrsibilă cu ax vertical WILO VC; 2 – electromotor amplasat deasupra bazinului de colectare a apelor uzate; 3 – conductă de refulare a apelor uzate; 4 – plutitor pentru acționarea pornirii și opririi pompei în funcție de nivelul apei din bazin.

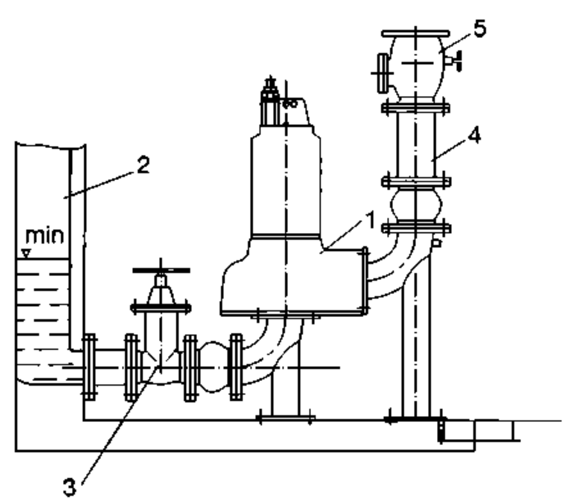


Fig. 3.7.1. Stația de pompare a apelor uzate cu pompa WILO TP amplasată în exteriorul bazinului de colectare a apelor uzate:
1 – pompa WILO TP; 2 – bazin de colectare a apelor uzate;
3 – vană de închidere;
4 – conductă de refulare a apelor uzate;
5 – clapetă de reținere.

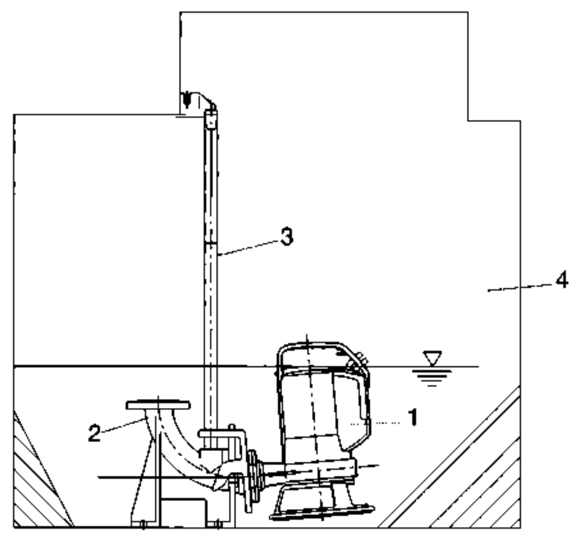


Fig. 3.7.2. Stație de pompare a apelor uzate menajere cu pompa submersibilă WILO MTC amplasată în interiorul bazinului de colectare a apelor uzate:
1 – pompa WILO MTC; 2 – cot cu suport de susținere;
3 – conductă de ventilare; 4 – cămin de colectare.

de la clădirile de locuit sau grupurile sanitare a clădirilor civile sau a unităților industriale, pentru debite între 2 și 16 m³/h și înălțimi de pompare de 55 la 10 m, se utilizează pompe din familia WILO MTC (fig. 3.7.5.A). Pompele din familia MTC sunt prevăzute și cu dispozitiv de tăiere pentru mărunțirea substanțelor solide din apele menajere.

Pentru debite de ape uzate mai mari cuprinse între 20 și 160 m³/h și înălțimi de pompare mici de la 14 la 4 m, se utilizează pompe din familia WILO STS 100 F (fig. 3.7.5.B).

Pentru pomparea apelor uzate menajere, industriale și, în general, a apelor încărcate cu diferite suspensii neabrazive sau puțin abrazive, atât solide, cât și fibroase, cu temperaturi până la + 40 °C se folosesc pompe submersibile tip EPEG (fig. 3.7.6) fabricate în țară, având domeniile de valori ale debitelor și înălțimilor de pompare redate în nomograma din fig. 3.7.7.

Pentru epuismente se folosesc pompe submersibile tip EPET.

Dintre numeroasele tipuri de pompe pentru ape de canalizare, produse de firme străine, se remarcă pompele submersibile DAB (DRENAG, FEKA, GRINDER), figura 3.7.8. și tabelul 3.7.1. Pompele DAB (DRENAG, FEKA, GRINDER) se montează în poziție verticală, adâncimea maximă de imersie fiind de 10 m. Domeniile de debite $\dot{V}$ și înălțimi de pompare H ale acestor pompe sunt redate în fig. 3.7.9.

Se produc și pompe verticale cu coloană imersată (CALPEDA, Italia, fig. 3.7.10) recomandate pentru evacuarea apelor uzate neagresive pentru materialele pompei, având temperatura de maximum 40 °C. Se execută cu rotor retras (varianta VAL) pentru dimensiuni maxime ale particulelor ce pot fi vehiculate de 50 mm și cu rotor normal (varianta SC), pentru dimensiuni maxime ale particulelor de 6 mm.

Există pompe submersibile de drenare utilizate, în special, pentru golirea rezervoarelor de ape uzate industriale (convențional curate), dotate cu un plutitor cu contact pornit - oprit (fig. 3.7.11) care protejează pompa împotriva funcționării fără apă. Se montează ușor (fără vană și conductă de aspirație) în instalații fixe sau mobile (transportabile). Adâncimea de imersie este de maximum 5 m.

Firma GRUNDFOS produce pompe submersibile monoetajate, cu ax vertical, pentru ape reziduale (încărcate cu suspensii, materii fecale etc.) cu temperatura maximă de 60 °C, în următoarele tipuri: AP, cu secțiune mare (până la 70 mm) a canalului hidraulic de trecere; AP-G, cu sistem de tăiere a reziduurilor; APL/APLD, pentru ape uzate încărcate cu suspensii grele. Aceste pompe acoperă domeniul de debite de ape uzate, până la 130 m³/h și înălțimi de pompare până la 35 m. Pompele GRUNDFOS POMONA, monoetajate, cu ax orizontal, sunt recomandate pentru evacuarea apelor uzate încărcate cu suspensii grele, din instalații fixe sau mobile, putând vehicula debite până la 130 m³/h la înălțimile de pompare până la 49 m.

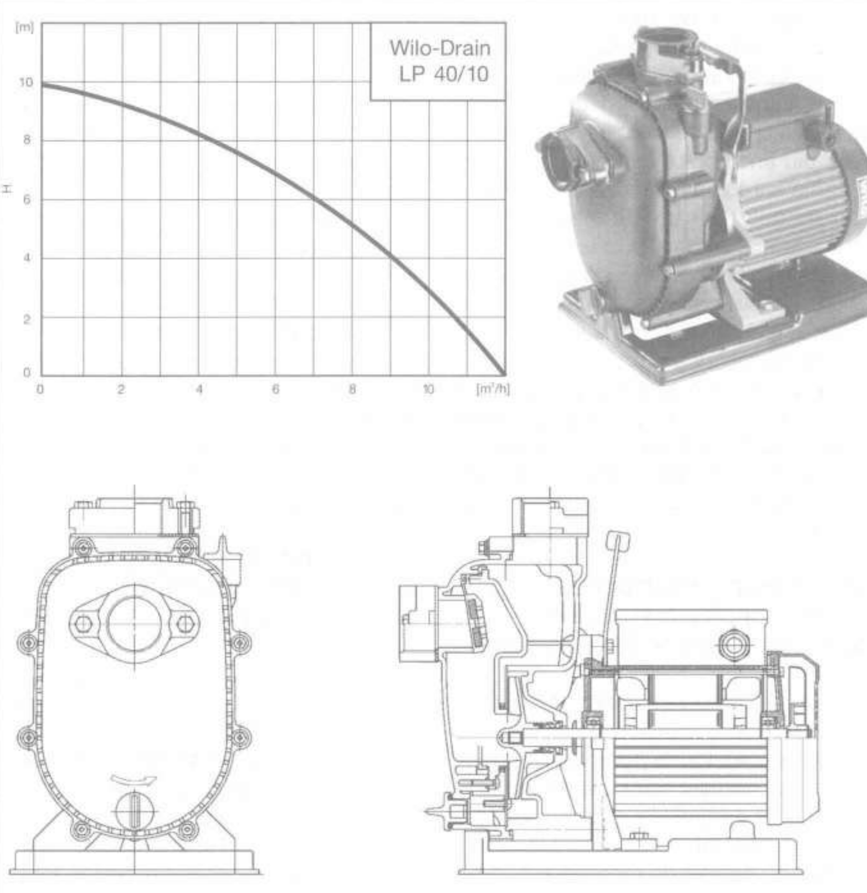


Fig. 3.7.4. A. Pompa WILO LP 40/10 pentru ape uzate convențional curate

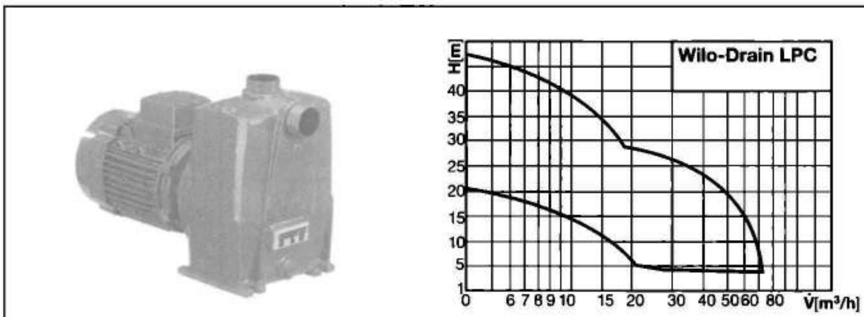


Fig. 3.7.4. B. Pompele WILO LPC pentru ape uzate convențional curate

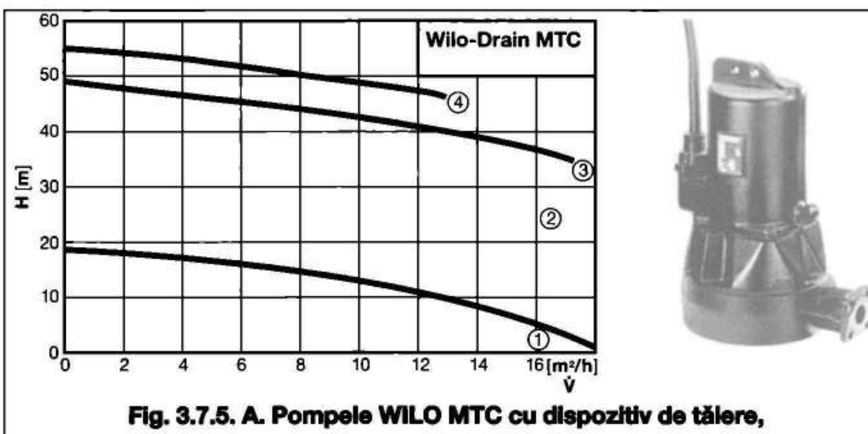


Fig. 3.7.5. A. Pompele WILO MTC cu dispozitiv de tăiere, pentru ape uzate menajere

Pompele produse de firma WILO, furnizează pompe de tipul cu rotorul uscat și cu rotorul umed.

La tipul de pompe cu rotorul umed, componenetele în mișcare de rotație, inclusive cele din interiorul motorului, sunt imersate în fluidul vehiculat. Lubrifierea lagărelor arborelui și răcirea componenetelor electromotorului se fac prin circulația fluidului vehiculat.

Statorul cu bobinaj al motorului pompei este separat de spațiu umed printr-un cartuș capsulat al motorului sau printr-un cilindru de separare etanșat cu inele tip O-Ring.

La tipul de pompe cu rotor uscat se utilizează garniturile inelare glisante care sunt etanșări dinamice și sunt utilizate pentru etanșarea arborelui în mișcarea de rotație. Partea dinamica a garniturii inelare glisante cuprinde două suprafețe șlefuite, rezistente la uzură (de ex. inele de carbură de siliciu sau cărbune), care sunt presate una peste alta prin forțele axiale. Inelul glisant se rotește împreună cu arborele, în timp ce contrainelul rămâne fix în carcasă. Forța axială necesară pentru menținerea contactului între inele este exercitată prin-un arc și presiunea fluidului.

Stațiile de pompare ale apelor de canalizare mai cuprind: instalațiile hidraulice, armăturile, aparatajul de comandă, instalațiile de ridicat echipamentele de pompare și instalațiile electrice de forță și iluminat.

3.7.3. Calculul instalațiilor de pompare a apelor de canalizare

Pompele se aleg în funcție de natura și caracteristicile apelor de canalizare, de debitul necesar $\dot{V}_{nec}$ [m³/h] și de înălțimea de pompare necesară H_{pnec} [kPa] [mH₂O] care se determină cu relația:

$$H_{pnec}=H_g+H_u+h_r \quad [kPa]\ [mH_2O] \qquad (3.7.1)$$

în care:

H_g - înălțimea geodezică de pompare a apei uzate [kPa]; [mH₂O];

H_u - înălțimea de presiune disponibilă în secțiunea de racord la conducta publică de canalizare sau la stația de epurare (H_u=1,0...2,0 kPa);

h_r - suma pierderilor totale de sarcină, (liniare și locale) pe conducta de pompare [kPa]; [mH₂O].

În cazul montării pompelor deasupra nivelului maxim al apei din bazinul de aspirație, se recomandă determinarea înălțimii geodezice maxime admisibile de aspirație, cu relația:

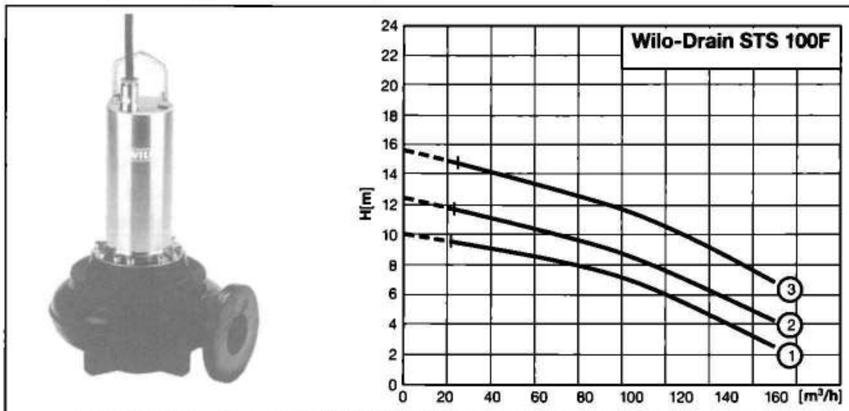


Fig. 3.7.5.B. Pompele WILO STS 100 F pentru ape uzate menajere

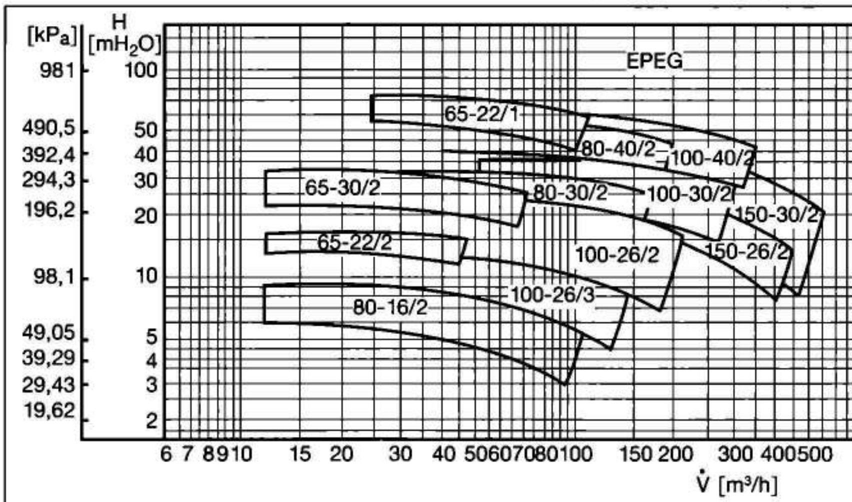


Fig. 3.7.7. Nomogramă pentru alegerea pompelor submersibile tip EPEG pentru ape de canalizare.

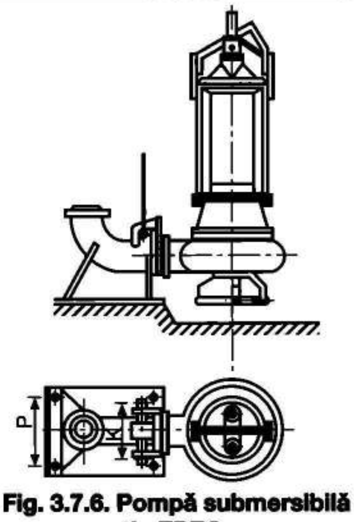


Fig. 3.7.6. Pompă submersibilă tip EPEG.

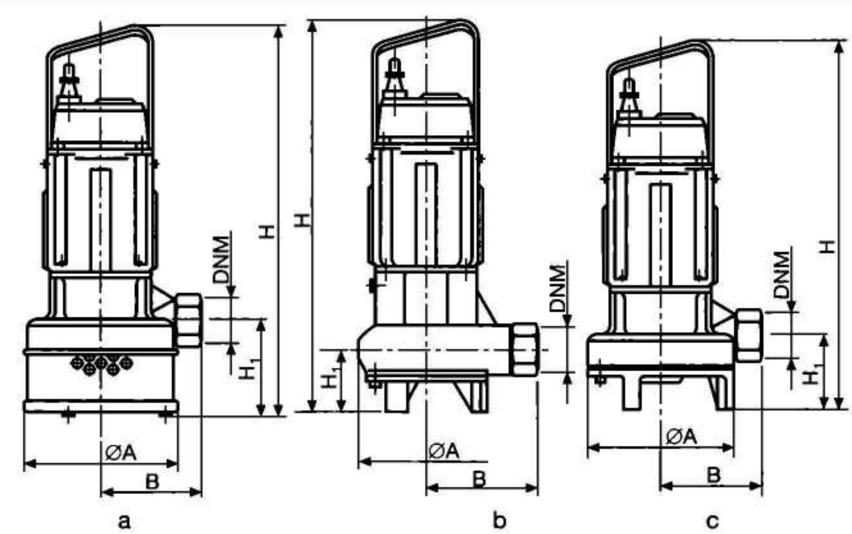


Fig. 3.7.8. Pompe DAB (DRENAG - FEKA - GRINDER) pentru ape uzate (tab. 3.4.3):

a - DRENAG, dimensiuni; b - FEKA, dimensiuni; c - GRINDER, dimensiuni.

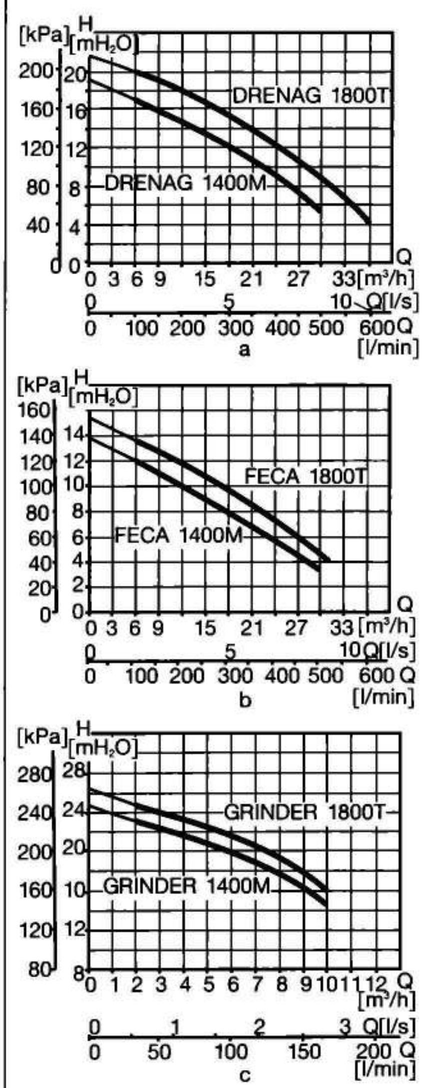


Fig. 3.7.9. Curbele caracteristice de sarcină ale pompelor DRENAG, FEKA, GRINDER:
a - DRENAG; b - FEKA; c -GRINDER.

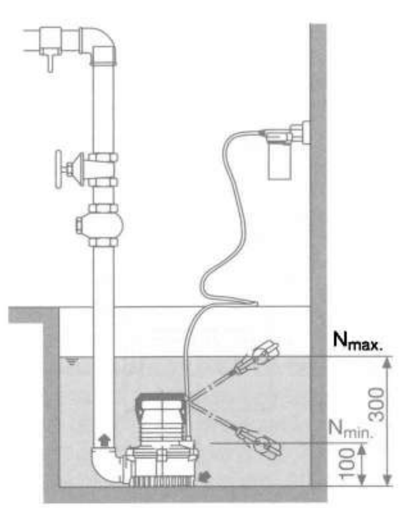


Fig. 3.7.11. Pompă DAB tip CALPEDA cu plutitor de protecție împotriva funcționării fără apă.

$$H_{ga\,max} = \frac{p_{at} - p_v}{\rho} - h_{ra} - NPSH \quad [kP_a] \qquad (3.7.2\ a)$$

$$H_{ga\,max} = \frac{p_{at} - p_v}{\rho g} - h_{ra} - NPSH \quad [mH_2O] \qquad (3.7.2\ b)$$

în care:

p_{at} - presiunea atmosferică (funcție de altitudine) [kPa]; [mH2O];

p_v - presiunea de vaporizare a apei [kPa]; [mH2O];

ρ - densitatea apei [kg/m³], având valori variabile cu concentrația de suspensii și temperatura apelor de canalizare;

g - accelerația gravitațională [m/s²];

h_{ra} - suma pierderilor totale de sarcină (liniare și locale) pe conducta de aspirație a pompei [kPa]; [mH2O];

NPSH - înălțimea netă absolută la aspirație a pompei, în funcție de debit [kPa]; [mH2O]; (dată în catalogul întreprinderii constructoare de pompe).

Tabelul 3.7.1. Caracteristicile pompelor pentru ape uzate (firma DAB, fig.3.7.8.) echipate cu motoare electrice trifazate (simbol T), respectiv monofazate (simbol M)

MODEL	DATE ELECTRICE					Ø Dn	Masa	Dimensiuni [mm]			
	T 50 Hz	P1	P2		I			A	B	H	H1
	[V~]	[kW]	[kW]	[CP]	[A]	[in]	[kg]				
D1800T	3×380	2,2	1,47	2	4,1	2"G	37	220	150	582	137
F1800T	3×380	2,2	1,47	2	4,2	2"G	35	200	160	580	94
G1800T	3×380	2	1,47	2	4,2	2"G	35	215	150	550	108
D1400M	1×220	2	1,1	1,5	9,3	2"G	36,5	220	150	582	137
F1400M	1×220	1,8	1,1	1,5	9	2"G	33	200	160	580	94
G1400M	1×220	1,8	1,1	1,5	9	2"G	32,5	215	150	550	108

D1800T=DRENAG 1800T; F1800T=FEKA 1800T; G1800T=GRINDER 1800T; D1400M=DRENAG 1400M; F1400M=FEKA 1400M; G1400M=GRINDER 1400M; T=Tensiunea; P1=MAX; P2=NOMINALĂ; I=Intensitate.

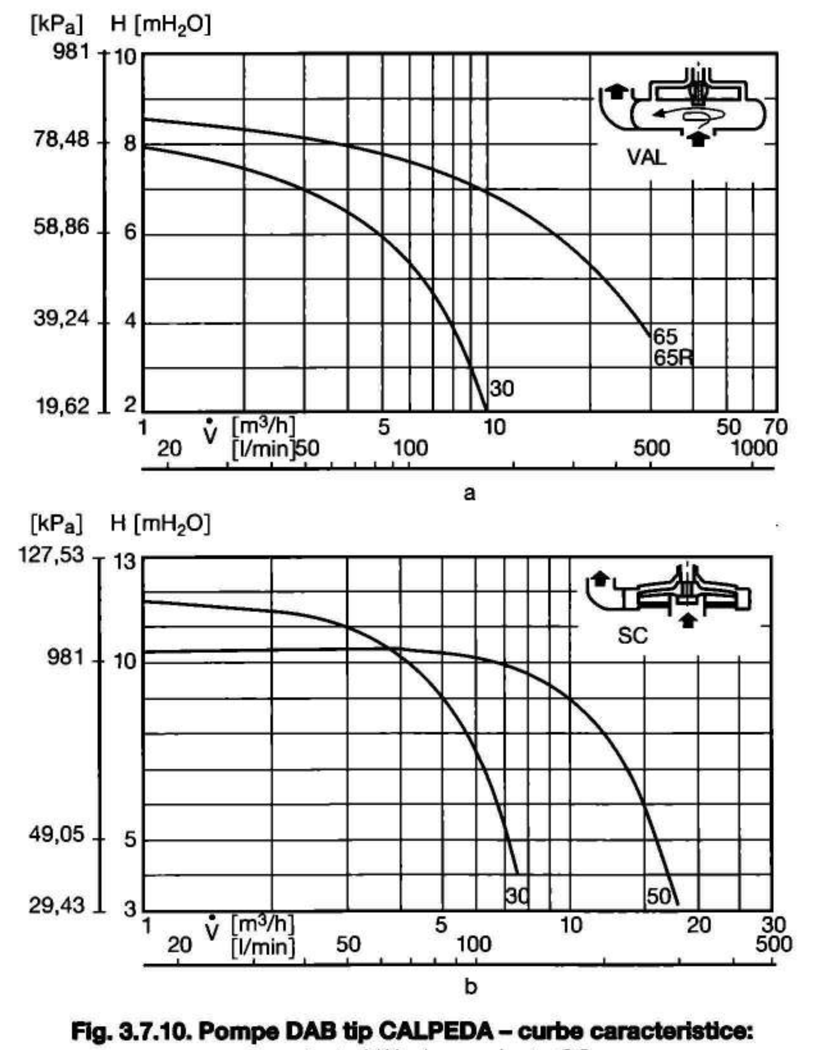


Fig. 3.7.10. Pompe DAB tip CALPEDA – curbe caracteristice:
a - varianta VAL; b – varianta SC.

Se verifică condiția:

$$H_{ga} \leq H_{gamax} \quad [kPa]; [mH_2O]; \qquad (3.7.3)$$

în care H_{ga} [kPa]; [mH_2O]; este înălțimea geodezică efectivă de aspirație a pompei.

Puterea P măsurată la arborele pompei se calculează cu relația:

$$P = \frac{\rho g \dot{V} H_p}{\eta_p} \quad [W] \qquad (3.7.4)$$

în care: ρ, g, $\dot{V}$ [m^3/s], H_p [kPa]; [mH_2O] au semnificațiile de mai sus, iar η_p este randamentul pompei.

Puterea motorului electric de antrenare a pompei P_m se determină cu relația:

$$P_m = \frac{P}{\eta_m} \quad [W] \qquad (3.7.5)$$

în care:

η_m - este randamentul motorului electric.

Volumul bazinului de aspirație se determină cu relația:

$$V = \frac{\dot{V}_{zi}}{n} - \dot{V}_p \cdot t \quad [m^3] \qquad (3.7.6)$$

în care:

$\dot{V}_{zi}$ - este debitul total de apă evacuat zilnic [m^3/zi];

$\dot{V}_p$ - debitul pompelor [m^3/h];

n - numărul de porniri ale pompelor/zi; se recomandă: 2...4 porniri/zi pentru acționare manuală; 6...12 porniri/zi pentru acționare automată;

t - timpul de funcționare a pompei /ciclu [h].

Timpul de funcționare a pompei/ciclu este:

$$t = \frac{\frac{\dot{V}_{zi}}{n} - V}{\dot{V}_p} \quad [h] \qquad (3.7.7)$$

Exemplul de calcul 1

Se efectuează calculul hidraulic de alegere a pompei și determinarea volumului necesar al bazinului de aspirație-/stație de pompare a apelor uzate, cunoscând următoarele date: debitul de apă evacuată zilnic, $\dot{V}_{zi}$=150 m^3/zi; debitul de calcul $\dot{V}_c$=30 m^3/h; înălțimea geodezică de pompare a apei, H_g=5,0 m; înălțimea de presiune disponibilă a apei, H_u=1,0 mH_2O sau 9,81 kPa; suma pierderilor totale de sarcină, h_r =1,5 mH_2O sau 14,72 kPa; durata unui ciclu de funcționare a pompei, t=30 min; numărul de cicluri/zi, n=5 porniri/zi.

Rezolvare. Debitul pompei este egal cu debitul de calcul, $\dot{V}_p=\dot{V}_c=30$ m^3/h. Înălțimea de pompare necesară determinată cu relația 3.7.1 este:

$H_p=H_g+H_u+h_r=5,0+1,0+1,5=$
$=7,5$ $mH_2O=7,5\times9,81$ kPa=73,575 kPa

Din nomograma redată în fig. 3.7.7 se alege o pompă tip EPEG 80-16/2.

Volumul bazinului de aspirație se determină cu relația 3.7.6:

$$V = \frac{\dot{V}_{zi}}{n} - \dot{V}_p \cdot t = \frac{150}{5} - 30 \cdot 0,5 = 15 \text{ m}^3$$

3.8. Instalații locale de epurare a apelor uzate

Apele uzate trebuie să îndeplinească condițiile de calitate impuse de norme (§ 3.2.1) pentru a putea fi evacuate în rețelele publice de canalizare sau în emisar. Când aceste condiții nu sunt îndeplinite, apele uzate sunt supuse proceselor de epurare, în instalații locale.

3.8.1. Procedee, procese și scheme generale de epurare a apelor uzate

3.8.1.1 Procedee de epurare

Epurarea apelor uzate poate fi realizată prin unul din următoarele procedee: mecanică, chimică, mecano-chimică, mecano-biologică naturală și mecano - biologică artificială.

Procedeele de epurare utilizate depind de caracteristicile apelor uzate.

Epurarea mecanică se aplică atât apelor uzate menajere care conțin substanțe minerale și organice provenite din reziduurile animale, grăsimi, resturi de mâncare, nisip, gunoaie etc., cât și apelor uzate industriale care conțin diverse substanțe toxice, leșii, uleiuri, provenite din procesele de fabricație sau de răcire la care au fost folosite.

Epurarea chimică se aplică preponderent apelor acide (acizi liberi ca HCl, H_2SO_4, HNO_3 și sărurile metalelor grele ca $FeCl_2$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$, $Cu(NO_3)_2$ etc.) și apelor încărcate cu substanțe cianurice sau cromice provenite din procesele de galvanizare, decapare, călire etc.

Epurarea biologică se aplică apelor uzate încărcate cu substanțe organice.

În instalațiile locale de epurare, se poate aplica un singur procedeu sau o combinație între procedeele de mai sus, în funcție de natura și concentrațiile nocivităților care trebuie eliminate sau diluate, din apele uzate.

3.8.1.2 Procese principale folosite la epurarea apelor uzate

Epurarea apelor uzate constă dintr-o succesiune de procese fizice, chimice, biologice etc. concepute într-un flux tehnologic (schema tehnologică de epurare) în funcție de natura și concentrația substanțelor nocive care trebuie diluate sau eliminate din apă și de presiunile, temperaturile și debitele de ape uzate supuse epurării.

Procesele principale folosite la epurarea apelor uzate sunt: sedimentarea, neutralizatea, flotația, adsorbția, extracția, evaporarea, aerarea, spumarea, electrodializa, osmoza inversă, înghețarea, schimbul ionic, oxidarea chimică sau electro-chimică, fermentația aerobă sau anaerobă, dezinfecția și sterilizarea. La acestea trebuie adăugată și metoda egalizării concentrațiilor și uniformizării debitelor, care are un rol important în creșterea economicității instalațiilor de epurare.

– *Sedimentarea* este procesul fizic de depunere gravitațională a particulelor în suspensie din apa aflată în stare de repaus sau de mișcare cu viteză foarte mică (0,002...0,5 m/s).

Datorită echilibrului dinamic dintre forța gravitațională care produce sedimentarea (căderea liberă a particulelor de greutate specifică γ_p mai mare decât greutatea specifică a apei) și forța de frecare Stokes, viteza de sedimentare w_s este practic constantă. Viteza de sedimentare se determină măsurând timpul t și înălțimea (spațiul) de cădere H sau cantitatea de dispersoid depusă m, considerând apa în stare de repaus.

În instalațiile de epurare a apelor uzate industriale, sedimentarea se realizează practic în bazinele de sedimentare care, după granulația (dimensiunile) particulelor și după mărimea vitezei de mișcare a apei, pot fi deznisipatoare sau decantoare.

– *Neutralizarea* este reacția chimică dintre un acid și o bază în cantități echimoleculare și care decurge până la atingerea punctului de echivalență (pH=7).

Apele uzate acide evacuate de la secțiile de decapări, acoperiri metalice, rafinării de petrol, fabrici de îngrășăminte etc. sunt neutralizate cu ape alcaline. Neutralizanții uzuali sunt: carbonatul de calciu (piatra de var), carbonatul de calciu și magneziu (dolomita), oxidul de calciu (varul), hidoxidul de calciu (lapte de var praf stins) etc. Timpul de neutralizare variază între 2 și 15 min.

Apele uzate alcaline se neutralizează cu acizi reziduali proveniți din diferite procese industriale sau cu ape bogate în bioxid de carbon.

(În reacțiile de neutralizare se folosește unitatea echivalentgram, simbolul [val], definită ca numărul de grame dintr-o substanță egal cu masa sa echivalentă exprimată în mol/valența ionului; în mod uzual se folosește submultiplul [mval=10^{-3} val.]).

– *Flotația* este procesul de antrenare (ascensională) a particulelor suspendate în apă la suprafața acesteia, cu ajutorul bulelor de gaz aderente la aceste particule.

De regulă, flotația se aplică particulelor cu greutate specifică mai mică decât a apei, cum sunt grăsimile, uleiurile, produsele petroliere etc. Flotația particulelor cu greutate specifică mai mare decât a apei este posibilă numai la o granulație fină (sub 0,4 mm) a acestora.

Flotația se poate realiza prin: barbotare, sub presiune sau vid.

– *Adsorbția* este fenomenul de reținere pe suprafața unui corp solid sau lichid

numit adsorbant, a moleculelor altui corp, numit adsorbit.

Substanţele reţinute pot fi puse în libertate prin desorbţie, proces realizat prin încăzire sau extracţia adsorbantului. Repartiţia cantitativă a substanţei adsorbite, la echilibrul între adsorbant şi apa uzată se exprimă prin izoterma de adsorbţie, iar mecanismul procesului şi viteza de desfăşurare a acestuia se studiază în cadrul cineticii de adsorbţie.

Adsorbţia poate fi statică sau dinamică şi se aplică pentru reţinerea unor impurităţi în concentraţie scăzută.

Cel mai utilizat material adsorbant pentru epurarea apelor uzate industriale este cărbunele activ.

– *Extracţia* este operaţia de separare bazată pe diferenţa de stabilitate a componenţilor unui amestec în unul sau mai multi solvenţi.

Extracţia se aplică la epurarea apelor uzate, mai ales, atunci când componentul care trebuie separat urmează să fie valorificat (de ex. extracţia fenolului din apele uzate de la cocserii).

– *Spumarea* constă în insuflarea de aer comprimat în apa care conţine substanţe superficial active, care au capacitatea de a

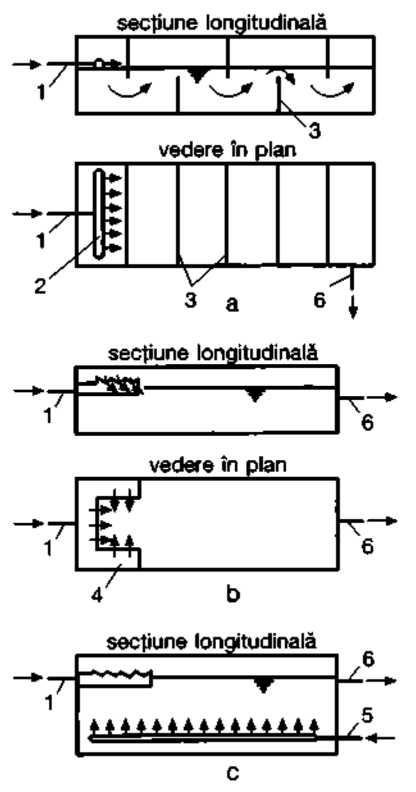


Fig. 3.8.1. Sisteme de distribuţie şi amestec a apei în bazinele de egalizare - uniformizare:
a - prin conducte perforate; b - cu rigolă; c - amestec cu aer comprimat; 1 - conductă de intrare a apei uzate; 2 - conductă perforată; 3 - timpan; 4 - rigolă de distribuţie; 5 - conductă de aer comprimat; 6 - conductă de evacuare a apei uzate cu debit practic constant.

micşora tensiunea superficială a apei, în spuma formată acumulându-se impurităţile prezente în apa uzată.

Prin separarea spumei şi spargerea ei se obţine un reziduu apos bogat în impurităţile colectate. Spumarea se aplică pentru îndepărtarea detergenţilor şi proteinelor sau a produşilor lor de descompunere.

– *Dializa* este proprietatea ionilor şi a moleculelor din soluţii coloidale de a difuza prin membrane semipermeabile reale.

Procesul de dializă poate fi accelerat apreciabil prin trecerea curentului electric prin soluţie, ionii separaţi fiind transportaţi spre electrozii respectivi şi antrenaţi la un curent de apă.

Electrodializa se aplică la desalinizarea şi, uneori, la demineralizarea apelor uzate, dar, consumul specific de energie electrică fiind ridicat, metoda are o aplicabilitate mai restrânsă.

– *Osmoza* este fenomenul în care 2 soluţii apoase de concentraţii diferite sunt separate printr-o membrană semipermeabilă, prin care apa trece dinspre soluţia mai diluată spre cea mai concentrată.

Dacă presiunea hidrostatică exercitată asupra soluţiei mai concentrate atinge o anumită valoare de echilibru, numită presiune osmotică, procesul încetează. Exercitând asupra soluţiei mai concentrate o presiune mai mare decât presiunea osmotică are loc o circulaţie în sens opus (de la soluţia concentrată la cea diluată), fenomen numit osmoză inversă (sau negativă). Procedeul se aplică, în special, pentru desalinizarea apei, însă consumul specific de energie fiind relativ mare, are o aplicabilitate limitată.

– *Fermentaţia* este un proces biochimic de transformare catalitică a materiei organice sub acţiunea fermenţilor (enzime şi microorganisme care le secretă) în substanţe cu o constituţie mai simplă.

Fermentaţia poate fi: aerobă (în prezenţa aerului) sau anaerobă (în absenţa aerului).

Procesele de fermentaţie sunt puternic influenţate de prezenţa sau absenţa oxigenului şi de temperatură.

Fermentaţiile sunt diferite după: materialul supus procesului fermentativ, agentul care le produce şi după produsul principal obţinut.

O importanţă actuală o prezintă fermentaţia anaerobă metanogenă a dejecţiilor animale din complexele zootehnice, pentru producerea biogazului ca una din sursele alternative de energie.

– *Dezinfecţia* constă în reducerea numărului de bacterii şi a microorganismelor din apele uzate sub limitele prevăzute de norme.

– *Sterilizarea* constă în distrugerea tuturor microorganismelor şi produselor patologice din apele uzate.Această măsură radicală este impusă de norme pentru ape uzate care conţin germeni patogeni.

Dezinfecţia şi sterilizarea apelor uzate se realizează prin procedee chimice (tratarea cu clor sau ozon) sau fizice (tratarea termică, acţiunea radiaţiilor ultraviolete etc.). În mod curent se aplică tratarea cu clor (clorinarea) prin introducerea unor doze de clor gazos sau compuşi de clor (clorură de calciu $CaCl_2$, hipoclorit de calciu $CaCl_2O$ etc.) în stare solidă care în contact cu apele uzate pun în libertate clorul. Elementele care provoacă distrugerea bacteriilor şi a altor microorganisme din apele uzate, sunt oxigenul (O_2) şi acidul hipocloros (HOCl) rezultate din reacţiile clorului în contact cu apa:

$Cl_2+H_2O=HCl+HOCl$; $2HOCl=2HCl+O_2$.

Ozonul (O_3) este un gaz cu o mare putere oxidantă asupra tuturor speciilor de germeni patogeni. Datorită costului ridicat al instalaţiei de producere a ozonului şi al consumului de energie, procedeul de tratare cu ozon se aplică pentru distrugerea germenilor patogeni foarte rezistenţi, asupra cărora clorul realizează doar o distrugere parţială.

Sterilizarea apelor uzate prin procedee termice se aplică numai pentru debite mici de ape uzate şi foarte încărcate cu agenţi patogeni (provenite de la spitale, laboratoare, tranşarea animalelor bolnave etc.)

– *Egalizarea concentraţiilor şi uniformizarea debitelor* apelor industriale reprezintă practic o metodă de preepurare a acestora, deoarece, ca urmare a egalizării şi uniformizării se ameliorează caracteristicile calitative şi cantitative ale apelor industriale şi se uşurează tratarea lor ulterioară, asigurându-se o eficienţă sporită pentru staţia de epurare.

Egalizarea concentraţiilor este o metodă de reţinere a apelor industriale în bazine amenajate corespunzător, până când efluentul ce se descarcă din bazin capătă caracteristici relativ uniforme din punctul de vedere al pH-ului, culorii, turbidităţii, consumului biochimic de oxigen etc.

Uniformizarea debitelor reprezintă metoda care permite - prin reţinerea în bazine a apelor industriale ce vin cu debite variabile - descărcarea lor în reţelele de conducte cu un debit relativ constant.

Bazinele de egalizare a concentraţiilor şi uniformizare a debitelor sunt prevăzute cu sisteme constructive şi dispozitive menite să uşureze amestecul, care pot fi:

- de distribuţie a apei prin conducte perforate (fig. 3.8.1 a) amplasate pe lăţimea bazinului, sau cu rigole (fig. 3.8.1 b) care să asigure o distribuţie dispersată a apei pentru realizarea amestecului;
- mecanice de amestec, folosind agitatoare acţionate cu motoare electrice, care, prin rotire cu o turaţie de circa 5 rot/min omogenizează şi egalizează concentraţiile;

- de amestec cu ajutorul aerului comprimat (fig. 3.8.1 c) care sunt cele mai eficiente, prin aerare realizându-se și o tratare preliminară a apelor uzate; se recomandă un debit specific de aer de circa 4 m³ la 1 m³ de apă industrială uzată.

Pentru evacuarea permanentă a unui debit practic constant (având în vedere variațiile de nivel corespunzătoare volumului fluctuant), bazinele de egalizare-uniformizare sunt prevăzute cu dispozitive cu plutitor, care reglează debitul de apă evacuat.

Volumul (capacitatea) bazinelor de egalizare a concentrațiilor și uniformizare a debitelor se determină cu relația:

$$V_t = V_e + V_f \qquad [m^3] \qquad (3.8.1)$$

în care:

V_t - este volumul total necesar [m³];

V_e - volumul necesar pentru egalizarea concentrațiilor [m³];

V_f - volumul fluctuant, sau de uniformizare a debitelor [m³].

Volumul necesar egalizării concentrațiilor trebuie să fie capabil de a prelua debitele aferente unui ciclu de fabricație și se determină cu relația:

$$V_e = n \cdot \dot{V}_{medmax} \qquad [m^3] \qquad (3.8.2)$$

în care:

n - numărul de ore al ciclului de fabricație;

$\dot{V}_{medmax}$ - cel mai mare dintre debitele medii orare pe cicluri de fabricație [m³/h].

Volumul fluctuant sau volumul necesar pentru uniformizarea debitelor V_f se determină prin metoda diferenței valorilor cumulate ale debitelor intrate și ieșite din bazinul de egalizare-uniformizare, punându-se condiția ca debitele ieșite să aibă o valoare constantă. Calculul se poate efectua analitic sau grafic și pentru aceasta este necesară cunoașterea cronogramei debitelor de ape uzate industriale (fig. 3.8.2).

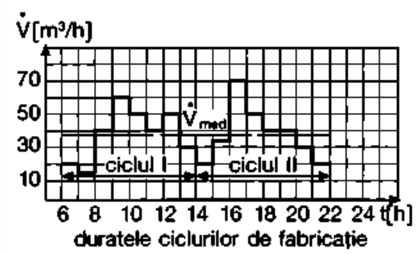


Fig. 3.8.2. Cronograma debitelor de ape uzate evacuate.

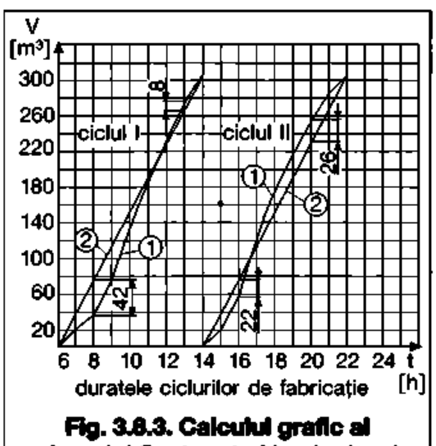


Fig. 3.8.3. Calculul grafic al volumului fluctuant al bazinelor de egalizare - uniformizare.

Calculul grafic al volumului fluctuant V_f redat în fig. 3.8.3, în sistemul rectangular de coordonate având în abscisă duratele ciclurilor de fabricație [h] și în ordonată, volumele de apă (intrate sau ieșite) [m³], constă în:

- trasarea curbei 1 (fig. 3.8.3) care reprezintă debitele intrate cumulate pe durata ciclului de fabricație și a curbei 2 care reprezintă debitele cumulate ieșite din bazinul de egalizare-uniformizare, pe durata aceluiași ciclu;
- determinarea diferențelor maxime (pozitive sau negative) între curbele 1 și 2 și adunarea valorilor absolute ale acestora, obținându-se volumul fluctuant necesar (de ex., pentru cele 2 cicluri de fabricație I și II, din figura 3.8.2 rezultă: $V_f = 42 + 8 = 50$ m³).

3.8.1.3 Scheme generale de epurare a apelor uzate

Schema tehnologică generală se întocmește cunoscând valorile indicatorilor de calitate a apelor uzate în secțiunea de intrare și valorile impuse de norme ale acestor indicatori în secțiunea de ieșire din instalația locală de epurare.

Fiecărui proces din schema tehnologică de epurare îi corespunde un aparat sau o instalație care să îl realizeze efectiv, stația locală de epurare fiind ansamblul acestor aparate și instalații.

Schema tehnologică de epurare trebuie să pună în evidență atât circuitul apei cât și al nămolului rezultat. Schemele de epurare se elaborează în funcție de: gradul de epurare necesar; spațiul disponibil pentru construcția stației de epurare; modul de tratare a nămolului; felul utilajului ce urmează a fi folosit în stația de epurare; condiții locale (geotehnice, alimentare cu energie electrică, transport etc.).

– *Schema tehnologică generală de epurare mecanică* (fig. 3.8.4) cuprinde un sistem de grătare prin care trec apele uzate și unde sunt reținute suspensiile grosiere.

În continuare sunt conduse la *deznisipatoare* unde, prin reducerea vitezei de curgere, se produce mai întâi sedimentarea particulelor mai mari de 2 mm, apoi la *separatoare de grăsimi* care rețin uleiurile, grăsimile și alte substanțe plutitoare. În continuare, în *decantoare* sunt reținute impuritățile aflate în suspensie gravimetrică și coloidală (cu suspensii mai mici de 2 mm), după care apa decantată este dezinfectată cu clor și apoi evacuată în conducta publică de canalizare sau în emisar.

Suspensiile, separate sub formă de nămol din decantoarele primare, sunt trimise în *rezervoare de fermentare*. Produsele gazoase principale rezultate din fermentare sunt NH_3, H_2S, O_2 și CH_4 (metan) care este reutilizat drept combustibil în centrale termice. Centrala termică la rândul său furnizează agent termic (apă caldă sau abur) pentru accelerarea procesului de fermentare.

Nămolul fermentat se trimite pe platforme de uscare, de unde apa rămasă din amestec este drenată și canalizată sau evacuată în emisar. În cazuri particulare, schema tehnologică de epurare mecanică locală se poate reduce la 1-2 echipamente, în funcție de caracteristicile apelor uzate (de ex.: un separator de nisip și/sau un separator de grăsimi, în cazul apelor uzate evacuate de la bucătăriile restaurantelor etc.).

– *Schema tehnologică generală de epurare mecano-chimică* a apelor uzate include treapta de epurare mecanică, la care se adaugă treapta de tratare cu reactivi chimici (de neutralizare, diluare, coagulare etc.) și, în final, dezinfectarea cu clor. După tratarea chimică apele uzate au o reacție neutră (pH=7,0) sau slab alcalină (pH=7,2...7,6).

– *Schema tehnologică generală de epurare mecano-biologică artificială* (fig. 3.8.5) cuprinde treapta de epurare mecanică și treapta de epurare biologică folosind filtre biologice, biodiscuri, bazine cu nămol activ etc.

După aceste instalații, apa supusă epurării trece prin decantoare secundare în care are loc reținerea peliculei biologice desprinse de pe stratul filtrant din filtrele biologice sau a flocoanelor de nămol activ.

Cantitatea de materii solide în suspensie separabile prin decantare prezintă o deosebită importanță la dimensionarea decantoarelor și a bazinelor de fermentare a nămolurilor. Materiile solide organice dizolvate constituie impurificarea organică și pe baza ei se dimensionează treapta de epurare biologică din stațiile de epurare.

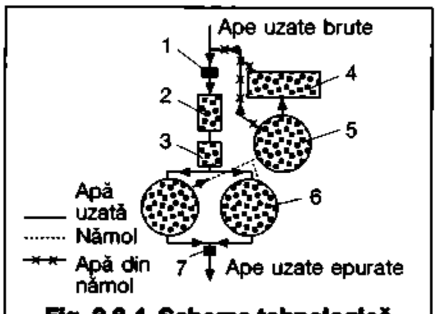


Fig. 3.8.4. Schema tehnologică generală de epurare mecanică:
1 - grătar; 2 - deznisipator; 3 - separator de grăsimi; 4 - construcție pentru deshidratarea nămolului; 5 - rezervor pentru fermentarea nămolului; 6 - decantor; 7 - stație de clorare.

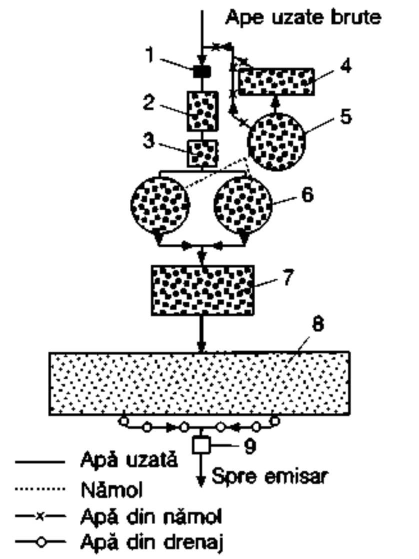


Fig. 3.8.5. Schema epurării mecano - biologice artificiale:
1 - grătar; 2 - deznisipator; 3 - separator de grăsimi; 4 - construcții pentru deshidratarea nămolului; 5 - rezervor pentru fermentarea nămolului; 6 - decantor primar; 7 - construcții pentru epurare biologică artificială (filtre biologice, bazine cu nămol activ etc.); 8 - decantor secundar; 9 - stație de clorare.

Oxigenul dizolvat (O_2) se găsește în cantități mici în apele uzate (1...2 mg/l), însă numai când sunt proaspete și după epurarea biologică.

Consumul biochimic de oxigen (CBO) al apelor uzate reprezintă cantitatea de oxigen consumată pentru descompunerea biochimică în condiții aerobe a materiilor solide totale organice la temperatura de 20 °C și timpul standard, respectiv 5 zile; în acest caz valoarea respectivă se notează cu CBO_5 (consumul biochimic de oxigen la 5 zile).

Consumul biochimic de oxigen exprimă gradul de impurificare a apei uzate sau de suprafață; cu cât valoarea acestuia este mai mare , cu atât apa este mai murdară.

– *Schemele tehnologice de epurare a apelor uzate industriale* au un caracter specific datorită diversității naturii și concentrațiilor substanțelor nocive, a mărimii și variației debitelor, presiunilor și temperaturilor apelor uzate, corespunzător industriilor din care provin.

Astfel, epurarea apelor din industria chimică pune accentul pe neutralizarea fenolilor, formaldehidelor, alcoolului metilic etc., care se găsesc în concentrații mari (de ordinul g/l) în apele uzate.

Apele uzate din industria lemnului și stufului conțin, pe lângă fibre de celuloză în suspensie, substanțe organice (alcool metilic, acid acetic, acid formic etc.) extrase din lemn și antrenate odată cu apele de spălare. Epurarea apelor uzate, în acest caz, cere un intens proces de sedimentare și apoi, tratarea prin neutralizare.

În industria textilă, procesele de finisare, care sunt principalele producătoare de ape uzate, au un caracter ciclic, astfel încât și variațiile orare ale debitelor precum și calitățile apelor uzate vor avea un caracter ciclic. Schema tehnologică de preepurare a acestor ape uzate (fig. 3.8.6) cuprinde, în principal, procesul de egalizare a concentrațiilor și uniformizare a debitelor dintr-un ciclu de fabricație, în bazine prevăzute cu instalații de aerare, care realizează atât omogenizarea amestecului, cât și oxidarea unor substanțe toxice. În aceste condiții se obține egalizarea și menținerea pH-ului apei între limitele 6,5 și 11,0 precum și eliminarea în atmosferă și oxidarea chimică a hidrogenului sulfurat. Se poate obține, de asemenea, prin efectul de diluție, reducerea concentrațiilor substanțelor fenolice și detergenților sub limitele maxime impuse de norme. Reducerea concentrațiilor este accentuată și prin efectul ulterior de diluție al apei prin amestec cu debitul de apă din canalizarea publică. Pentru reținerea resturilor de fibre și alte materiale antrenate de apele uzate, în schema de preepurare se prevăd site (fig. 3.8.6).

Schema tehnologică de epurare a apelor uzate provenite de la rafinăriile de petrol (fig. 3.8.7) pune în evidență categoriile de ape uzate și procesele la care sunt supuse și anume:

- *ape uzate tehnologice* (rezultate din rafinarea, distilarea și cracarea țițeiului) având debite specifice de 1-2 m³ apă /m³ țiței și conținând în medie:
  - substanțe petroliere 2000...5000 mg/l;
  - acizi naftenici 100...200 mg/l;
  - acizi sulfonici 20...30 mg/l;
  - fenoli 1...5 mg/l;
  - compuși cu sulf 20...60 mg/l;
  - pH=6...7; CCO: 5000 ...10000 mg O_2/l; CBO_5: 500...1500 mg/l.

  Aceste ape sunt supuse proceselor de epurare mecanică, neutralizare chimică și epurare biologică;
- *ape de răcire* a agregatelor, care, pentru o diferență de temperaturi de 25 °C între temperatura de ieșire și cea de intrare ating valori ale consumurilor specifice de la 10...15 m³/t la rafinăriile cu distilare primară până la 50...80 m³/t la cele complexe putând ajunge până la 120 m³/t dacă se adaugă și consumurile specifice de apă din instalațiile energetice. Aceste ape sunt parțial sau total recirculate după o prealabilă preepurare;
- *ape uzate menajere*, care, în general, sunt supuse epurării mecanice și biologice;
- *ape meteorice*, care se impurifică cu produse petroliere și suspensii sedimentabile de pe platforme și rezervoare și care sunt supuse epurării mecanice (sedimentare), neutralizării și, eventual, epurării biologice.

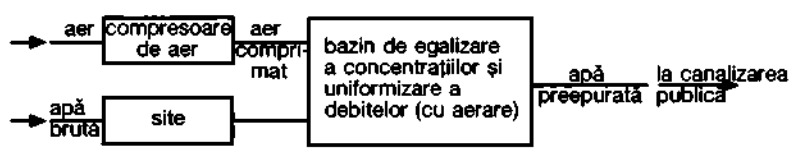


Fig. 3.8.6. Schema tehnologică de preepurare a apelor uzate din industria textilă.

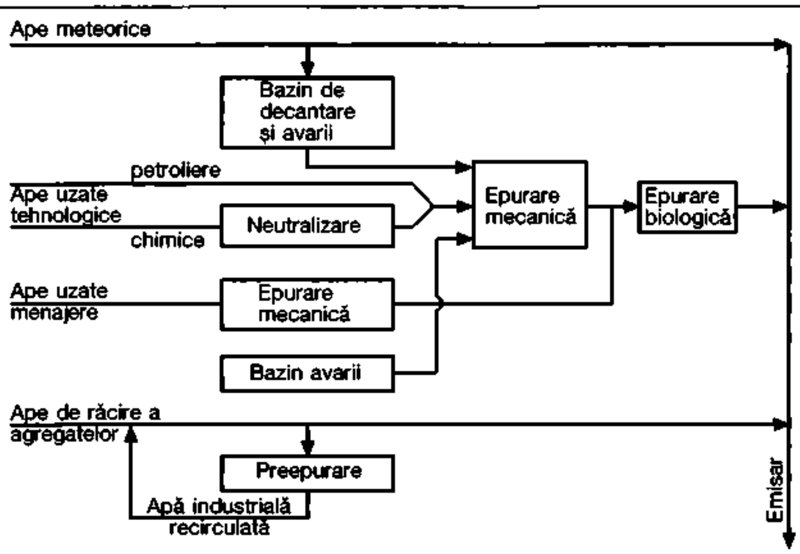


Fig. 3.8.7. Schema tehnologică de preepurare a apelor uzate de la rafinăriile de petrol.

3.8.2. Echipamente, utilaje și aparate pentru epurarea locală a apelor uzate

3.8.2.1 Grătare și site

Grătarul destinat reținerii suspensiilor mari (peste 10 mm) este o construcție cu bare din oțel, montate înclinat cu 60...70° față de orizontală, care poate fi curățat mecanic sau manual. Viteza de trecere a apei prin grătar este de 0,7...1 m/s.

Canalul deschis în care sunt montate grătarele (camera grătarelor) este alcătuit din 2 compartimente adiacente, cu funcționare alternativă, prevăzute cu stăvilare de închidere în vederea efectuării operațiilor de curățire și întreținere.

Secțiunea A de trecere a apei uzate prin golurile grătarului se calculează cu relația:

$$A = \dot{V}/v \qquad [m^2] \qquad (3.8.3)$$

în care:

$\dot{V}$ - este debitul maxim orar al apei uzate [m^3/s];

v - viteza de trecere a apei prin golurile grătarului [m/s].

Pierderea de sarcină a apei uzate la trecerea prin grătare se calculează cu relația:

$$\Delta h = \xi \frac{v^2}{2g} \qquad [mH_2O] \qquad (3.8.4\ a)$$

$$\Delta h = \xi \frac{v^2}{2} \qquad [kP_a] \qquad (3.8.4\ b)$$

unde:

$$\xi = 2,42\left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \sin\alpha \qquad (3.8.5)$$

în care:

s - este lățimea barelor;

2,42 - coeficient pentru bare prismatice rectangulare ;

ξ - coeficientul de rezistență locală ce depinde de forma și înclinația barelor;

α - unghiul de înclinație al barelor.

Sitele au același rol ca și grătarele și pot fi: plane, rotative sau vibratoare.

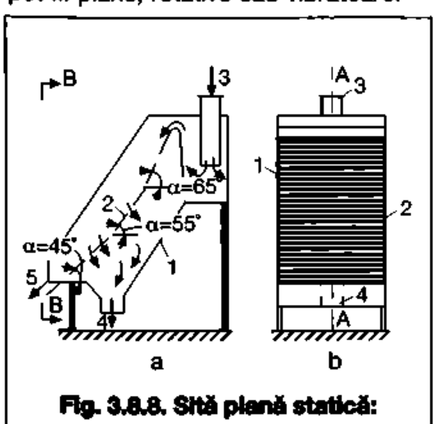


Fig. 3.8.8. Sită plană statică:
a - secțiune A - A; b - vedere B - B; 1 - construcția sitei; 2 - panouri de bare din oțel, inox sau PVC; 3 - introducere ape uzate brute; 4 - evacuare ape uzate epurate; 5 - evacuare suspensii reținute.

Sita plană este formată dintr-un panou mobil, cu ramă metalică pe care este fixată o plasă din sârmă sau o tablă perforată, cu orificii având diametre de 0,3...0,5 mm. Panoul se poate rabata peste nivelul camerei grătarului, în vederea curățirii manuale și întreținerii.

Sita plană mecanică este prevăzută cu un raclor acționat de un motor electric. În acest caz, panoul este alcătuit din 2 părți: panoul inferior perforat și cel superior neperforat, pe care materialul reținut de sită este dirijat de lamele racloare spre jgheabul exterior de colectare.

Sita plană statică (fig. 3.8.8) a cărei funcționare se bazează pe „principiul Coandă" este alcătuită din bare din oțel inox, sau din PVC, având profilul în formă de picătură. Barele sunt dispuse orizontal, cu interspații de 0,5...1,5 mm și sunt fixate într-un cadru din oțel inox sau PVC, care realizează 3 planuri cu înclinații diferite (fig. 3.8.8). Apele uzate sunt distribuite într-un strat uniform, pe toată suprafața sitei, cu un deversor situat la partea superioară a acesteia. Suspensiile reținute se colectează în zona inferioară, iar apele epurate trecute printre barele sitei se colectează într-un bazin de unde se evacuează liber.

Funcționarea sitei plane statice se bazează pe atracția intermoleculară, care se manifestă la contactul dintre apele uzate și materialul sitei. Acest fenomen face ca viteza de înaintare a stratului de apă uzată, răspândită uniform pe suprafața sitei, să varieze pe grosimea acestuia de la 0° la contactul cu materialul sitei, până la valoarea din partea superioară a stratului de apă uzată, în care nu se mai resimt forțele de atracție intermoleculară.

Stratul de apă uzată, în care se manifestă forțele de atracție intermoleculară și la care se asociază rezistența la curgere a apelor uzate dată de vâscozitatea acestora, poartă denumirea de *strat limită*.

O consecință a variației vitezelor pe grosimea stratului limită de ape uzate, răspândite pe suprafața sitei, este stratificarea suspensiilor conținute de acestea în funcție de densitate și mărime. Astfel, în zonele inferioare ale stratului limită se acumulează particule cu densități și volume mici, iar în zonele superioare, particule cu volume și densități mari.

Barele sitei au secțiunea transversală în formă de picătură pentru menținerea, pe o anumită porțiune, a contactului apelor uzate din stratul limită cu materialul barei, după care favorizează desprinderea particulei de corpul barei.

Sita plană statică poate reține până la 90 % din suspensii în funcție de debitul și concentrația suspensiilor din apele uzate.

Sita rotativă este alcătuită dintr-un tambur pe care este fixată o plasă din sârmă, tablă găurită, bare metalice sau PVC. Orificiile sitei sau distanța dintre bare au mărimi de 0,5...3 mm.

Apa este răspândită uniform în interiorul tamburului, printr-un jgheab deversor. Tamburul sitei este amplasat deasupra unui bazin care preia apa filtrată. Pentru eliminarea suspensiilor reținute și evitarea colmatării sitei, tamburul are o rotație în jurul axului de 3...4 rot/min, iar împingerea suspensiilor reținute în jgheabul exterior de colectare se face cu ajutorul unei spirale sau a unor segmenți de spirală, fixați tot în interiorul tamburului.

În funcție de mărimea ochiurilor sitei, instalația este prevăzută cu un sistem de spălare continuă.

Avantajul acestui tip de sită constă în faptul că permite evacuarea suspensiilor fără raclor. Sita rotativă poate reține până la 45 % din suspensii, în funcție de dimensiunile medii ale particulelor și respectiv, orificiilor sitei.

Sita vibratoare este alcătuită din 2 elemente: unul superior mobil, de care sunt fixate o plasă din sârmă sau tablă perforată cu orificii de 0,5...1 mm și un motor care îi imprimă o mișcare vibratoare; unul inferior fix, pe care este așezat elementul superior prin intermediul unor resorturi.

Suspensiile reținute din apa uzată, care este răspândită uniform pe suprafața sitei, sunt evacuate continuu, într-un jgheab de colectare dispus la capătul aval al sitei, datorită înclinării panoului sitei și a mișcării vibratorii.

Avantajul acestui sistem constă în reducerea posibilităților de colmatare, chiar la site mai fine.

3.8.2.2 Separatoare de nisip, nămol sau resturi alimentare

Separatoarele de nisip (deznisipatoarele) și de nămol sunt construcții din beton armat având 2 compartimente (fig. 3.8.9) pentru a asigura continuitatea funcționării, când unul din compartimente este supus curățirii; dacă se proiectează un singur compartiment, (fig. 3.8.10) se prevede un canal de ocolire (by-pass) a acestuia. Secțiunea transversală a unui compartiment este de formă trapezoidală sau dreptunghiulară. Apa intră în deznisipator prin grătar, trece în camerele de sedimentare și este evacuată printr-un canal. Curățarea deznisipatorului se realizează închizând vanele stavilelor și îndepărtând apele remanente prin drenajul inferior.

Suprafața secțiunii transversale a separatorului rezultă din relația:

$$A = \frac{\dot{V}_{max}}{v} \qquad [m^2] \qquad (3.8.6)$$

în care:

$\dot{V}_{max}$ - este debitul maxim de ape reziduale menajere ce trebuie epurate și care pot trece prin separator [m^3/s];

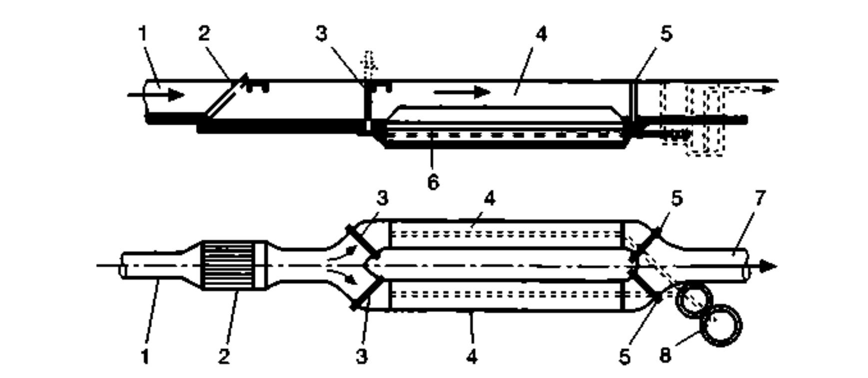


Fig. 3.8.9. Deznisipator pentru ape uzate:
1 - canal de intrare a apei uzate; 2 - grătar; 3 - batardou (stavilă); 4 - compartimente de deznisipare; 5 - stavile la ieşire; 6 - drenaj; 7 - canal de ieşire a apei deznisipate; 8 - bazin de recepţie (colector).

v - viteza apei prin separator [m/s].

Lungimea L a deznisipatorului se calculează cu relaţia:

$$L=60\cdot v\cdot t \quad [m] \quad (3.8.7)$$

unde:

v - este viteza apei prin separator [m/s];

t - timpul necesar apelor reziduale pentru parcurgerea separatorului [min].

Pentru viteza v şi timpul t se recomandă valorile din tabelul 3.8.1, în funcţie de natura suspensiilor.

Separatorul este cu atât mai eficient cu cât timpul de trecere este mai mare.

Lăţimea separatorului se determină cu relaţia:

$$b = A/h_2 \quad [m] \quad (3.8.8)$$

în care:

h_2 - este înălţimea secţiunii de trecere a apei prin separator [m]. Se recomandă: h_2=0,1...0,2 m.

Înălţimea totală a separatorului va fi:

$$H=h_1+h_2+h_3+h_4+0,3 \quad [m] \quad (3.8.9)$$

în care:

h_1 - este înălţimea de la nivelul terenului până la radierul conductei de intrare în separator care trebuie să fie mai mare sau cel puţin egal cu adâncimea de îngheţ [m];

h_3 - înălţimea stratului de apă „neutru" în care se produce depunerea substanţelor în suspensie [m]. Se recomandă h_3=0,2...0,4 m.

h_4 - înălţimea spaţiului de depunere:

$$h_4=V/b\cdot L \quad [m] \quad (3.8.10)$$

în care:

V este volumul aferent pentru depuneri:

$$V=\frac{C_n}{\rho(1-u)} \quad [m^3] \quad (3.8.11)$$

unde:

C - este cantitatea de materii în suspensii ce sunt aduse zilnic în separator [kg];

u - umiditatea relativă a depunerilor [%] (în medie u=50 %);

n - numărul de zile între 2 curăţiri consecutive ale separatorului;

ρ - densitatea aparentă a depunerilor [kg/m³] (în medie, ρ=1200 kg/m³).

Apele uzate evacuate de la bucătăriile restaurantelor, cantinelor etc., conţin resturi alimentare (de la prepararea legumelor, zarzavaturilor etc.) care, în cantităţi mari, dăunează reţelei publice de canalizare. În aceste cazuri se montează separatoare de resturi alimentare (fig. 3.8.11) pe conducta de evacuare a apelor uzate menajere, din clădire. Firma SIMOP - Franţa (Société Industrielle de Moulage des Plastiques) fabrică astfel de separatoare atât din oţel (fig 3.8.11 a) cât şi din polietilenă (fig. 3.8.11 b), care se aleg din catalog în funcţie de numărul de mese servite pe zi. Separatoarele sunt prevăzute cu un coş de colectare a reziduurilor şi cu un sistem de stropire (aspersor) care să menţină aceste reziduuri în stare umedă evitând astfel colmatarea separatorului.

3.8.2.3 Separatoare de grăsimi sau uleiuri

Principalele caracteristici ale grăsimilor şi uleiurilor, care determină alegerea unui anumit procedeu şi tip de aparat sau echipament de separare şi evacuare a acestora, din apele uzate, sunt:

- starea lor de dispersie, care poate fi sub formă de particule libere, cu diametrul mediu d>100...250 µm, sau emulsii cu d<100 µm, rezultate ca urmare a acţiunii unor factori mecanici sau de existenţă în mediul apă-ulei (grăsimi) a unor agenţi de emulsie folosiţi în procesele de producţie (substanţe albuminoide, particule fine de argilă etc.);
- densitatea uleiurilor (grăsimilor) şi natura lor (minerală, vegetală, animală); în general, densităţile grăsimilor şi uleiurilor au valori $\rho_{g,u}$=0,85...0,98 kg/dm³ faţă de densitatea apelor uzate, ρ_{au}=1,0...1,005 kg/dm³.
- viscozitatea uleiurilor (grăsimilor) şi respectiv, a apelor uzate;
- concentraţia uleiurilor (grăsimilor) în apele uzate;
- pH-ul amestecului apă-ulei (grăsimi);
- încărcarea electrostatică a particulelor de ulei (grăsimi);
- existenţa în apele uzate a unor substanţe care pot provoca reacţii chimice favorizante sau inhibante proceselor de separare a uleiurilor (grăsimilor).

Pentru separarea grăsimilor şi uleiurilor se aplică procedeele de flotare naturală sau artificială (prin insuflare de aer comprimat). Grăsimile şi uleiurile se ridică la suprafaţa apei uzate sub forma unei pelicule spumoase, de unde sunt colectate

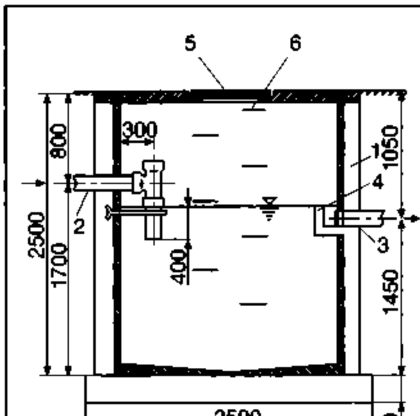


Fig. 3.8.10. Separator de nisip:
1 - corp din beton simplu sau beton armat; 2 - conductă de intrare a apei brute; 3 - conductă de ieşire a apei deznisipate; 4 - jgheab; 5 - capac; 6 - scară de acces.

Tabelul 3.8.1. Valorile recomandate pentru vitezele v ale apei prin separatoare de nisip sau nămol şi ale timpului T de parcurgere a separatorului.

Natura suspensiilor	v [m/s]	t [min]
pământ	0,01...0,003	5...10
nisip	0,1...0,05	0,5...0,3

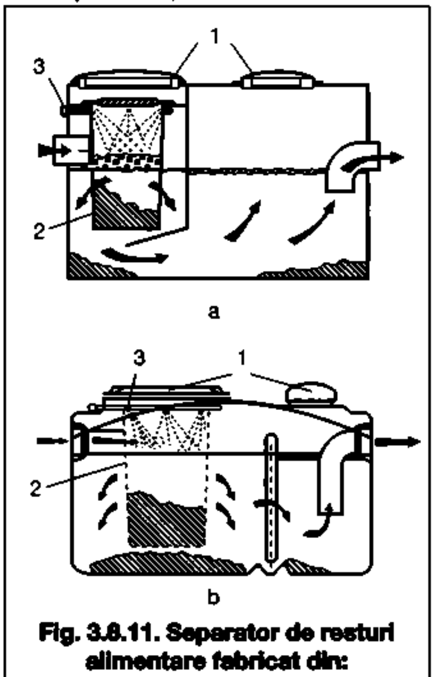


Fig. 3.8.11. Separator de resturi alimentare fabricat din:
a - oţel; b - polietilenă;
1 - capac etanş;
2 - coş pentru colectarea resturilor alimentare;
3 - dispozitiv de stropire.

și evacuate prin diferite sisteme.

O condiție de bază pentru asigurarea flotației naturale este ca în bazinul separatorului să nu apară fenomene de turbulență, respectiv circulația apelor uzate și a particulelor de substanțe grase să se realizeze la numere Reynolds mici.

Astfel, pentru circulația apelor uzate $Re=(v_L \cdot R)/\nu \le 200$, iar pentru circulația particulelor de substanțe grase $Re^*=(v_r \cdot D/\nu) \le 1$

în care:

v_L - este viteza de deplasare a apelor uzate [m/s];

R - raza hidraulică a secțiunii de curgere a apelor uzate prin bazinul separatorului [m];

ν - viscozitatea cinematică a apelor uzate [m²/s];

v_r - viteza de ridicare (flotare) a particulelor de substanțe grase

$$v_r = \frac{gD^2\left(\rho_{au} - \rho_{g.u}\right)}{18\mu} \quad \text{[m/s];}$$

μ - viscozitatea dinamică a apelor uzate [N·s/m²], respectiv [Pa·s].

În instalațiile locale de epurare, de capacități mici, cu debite cuprinse între 1,5 și 1000 l/s se folosesc separatoare de uleiuri și grăsimi bazate pe flotare naturală, fără utilaje și dispozitive de colectare și evacuare a uleiurilor (grăsimilor) de tip compact (monobloc) fabricate în peste 50 de modele, din oțel, polietilenă sau poliesteri (fig. 3.8.12 și fig. 3.8.13, firma SIMOP, Franța). Aceste separatoare sunt recomandate pentru epurarea apelor uzate provenite de la bucătăriile restaurantelor, cantinelor etc., sau de la garaje, stații de spălare auto etc. având încorporate atât separatoare de grăsimi sau uleiuri cât și separatoare de nămol.

Înălțimea spațiului de colectare a grăsimilor se determină cu relația:

$$h_s \le h_a \frac{\rho_{au}}{\rho_s} \quad \text{[m]} \qquad (3.8.12)$$

în care:

h_s - este înălțimea spațiului ocupat de substanțele separate [m];

ρ_s - densitatea aparentă a substanțelor separate [kg/m³];

h_a - înălțimea coloanei de apă de la radierul teului de evacuare până la baza acestuia [m];

ρ_{au} - densitatea aparentă a apelor uzate [kg/m³].

Lungimea separatorului se calculează cu relația:

$L=60 \cdot v \cdot t$ [m] (3.8.13)

în care:

v=0,004...0,006 m/s este viteza de trecere a apei prin separator;

t=240...360 s , timpul de traversare a apei prin separator.

Pentru separarea produselor petroliere prin flotare naturală, se recomandă separatoare de capacitate mică (fig. 3.8.14), cu volume până la *30* m³, la care colectarea și evacuarea substanțelor grase flotate se efectuează fără utilaje mecanice. Se recomandă: viteza de trecere a apei $v=0,015$ m/s pentru substanțe petroliere cu densitatea $\rho_u = 0,9$ kg/dm³ și diametre medii ale particulelor $d \le 150$ µm; timpul de retenție în separator, $T=180...1200$ s în funcție de concentrația substanțelor grase și de temperatura apelor uzate; adâncimea utilă a separatorului $H_s=1,2...3$ m; raportul între lungimea utilă L_{util} și lățimea B a separatorului $L_{util}/B \ge 2,5$. Viteza ascensională v_a, a substanțelor grase, se determină din diagrama redată în fig. 3.8.15 în funcție de diametrul mediu al particulelor d și densitatea acestora ρ_u.

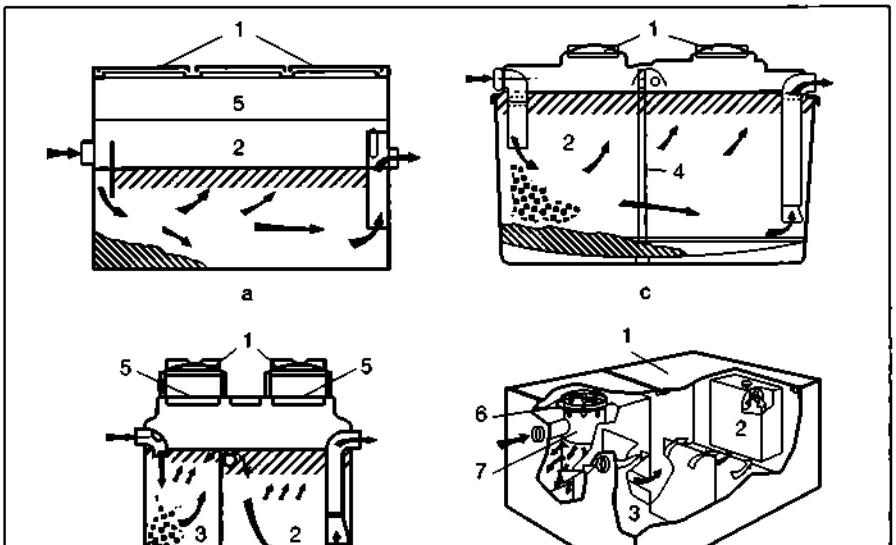


Fig. 3.8.12. Separatoare de grăsimi fabricate din:
a - oțel; b - polietilenă; c - poliester;
d - separator polivalent (grăsimi și resturi alimentare);
1 - capac etanș; 2 - separatorul de grăsimi; 3 - separator de nămol încorporat; 4 - coloană de extracție; 5 - nivelul maxim; 6 - dispozitiv de stropire; 7 - coș pentru colectarea reziduurilor.



Fig. 3.8.13. Separatoare de ulei cu:
a - filtru de ulei; b - separator de nămol și obturator încorporat;
1 - capac etanș; 2 - separator de nămol; 3 - obturator; 4 - filtru de ulei; 5 - evacuare ulei.

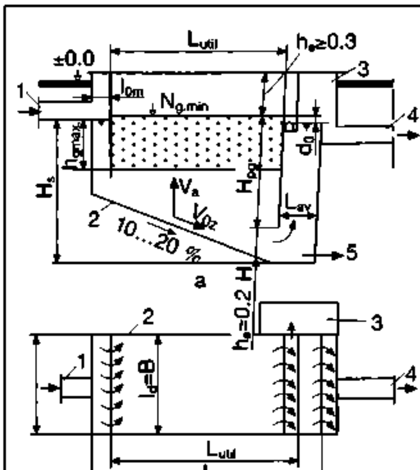


Fig. 3.8.14. Separator de produse petroliere prin flotare naturală:
a - secțiune longitudinală;
b - vedere în plan;
1 - conductă de intrare apă uzată brută; 2 - construcția separatorului; 3 - colector de grăsimi; 4 - evacuare ape uzate degresate; 5 - evacuare depuneri.

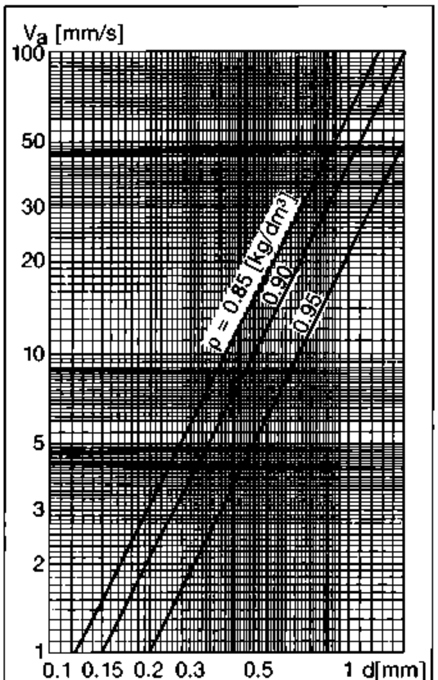


Fig. 3.8.15. Nomogramă pentru determinarea vitezei ascensionale, v_a, a substanțelor grase.

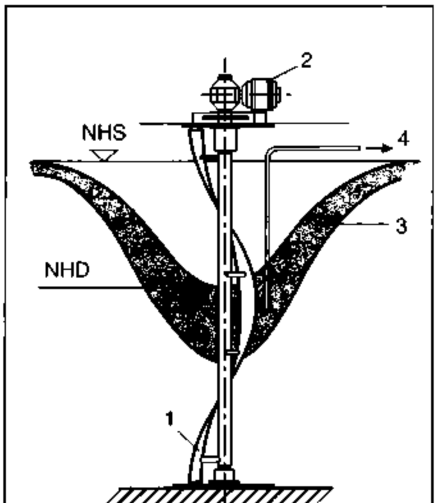


Fig. 3.8.16. Rotor elicoidal pentru colectarea uleiurilor (grăsimilor):
1 - elice; 2 - electromotor cuplat cu reductor de turație; 3 - ulei colectat; 4 - evacuare ulei colectat. NHS - nivel hidrostatic; NHD - nivel hidrodinamic.

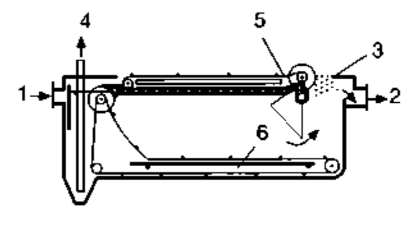


Fig. 3.8.17. Colectarea și evacuarea uleiurilor (grăsimilor) prin racloare de suprafață și racloare imersate:
1 - intrare ape uzate; 2 - evacuare ape uzate; 3 - jgheab fix de colectare și evacuare a uleiurilor (grăsimilor) separate; 4 - evacuare depuneri; 5 - raclor de suprafață; 6 - raclor imersat.

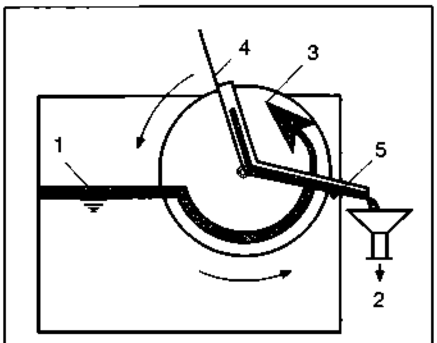


Fig. 3.8.18. Instalație de colectare și evacuare a uleiurilor alcătuită din discuri confecționate din materiale oleofile:
1 - strat de ulei; 2 - evacuarea uleiului colectat; 3 - disc mobil din materiale oleofile; 4 - raclor fix; 5 - jgheab de dirijare a uleiului colectat pe disc.

Înălțimea H_g a stratului de substanțe grase separate se determină cu relația:

$$H_g = \frac{a}{1 - \frac{\rho_u}{\rho_{au}}} \qquad (3.8.14)$$

în care

a - este diferența între cotele celor două deversoare (fig. 3.8.14);

ρ_u - densitatea substanțelor petroliere;

ρ_{au} - are semnificația din relația 3.8.12.

Pentru debite mari de ape uzate se folosesc separatoare de substanțe grase cu flotare naturală, având volume de peste 30 m^3 și lungimi de 5...7 m, dotate cu utilaje de colectare și evacuare a uleiurilor (grăsimilor). Astfel, în bazine cu secțiune circulară sau pătrată, se pot folosi rotoare elicoidale (fig. 3.8.16). Acestea, prin mișcarea de rotație în jurul axului, realizează în masa apelor uzate un vârtej cu nucleu. Datorită forțelor centrifuge care se dezvoltă, apa este împinsă spre periferia bazinului de separare, iar uleiurile (grăsimile), mai ușoare, se acumulează în nucleul vârtejului de unde se pot evacua prin pompe, sifoane, sau gravitațional, prin conducte, în funcție de mărimea bazinului de separare, de cantitatea de ulei ce trebuie evacuat, precum și de amplasamentul separatorului.

Pentru bazinele de separare longitudinale, se poate adopta tipul de utilaj prezentat în fig. 3.8.17 care asigură conducerea uleiurilor și spumei flotate spre jgheabul de evacuare și a depunerilor de pe radier, spre bașa de colectare, de unde sunt evacuate prin pompare.

În cazul în care trebuie colectate și evacuate cantități mari de uleiuri libere și în special de petrol, această operație se poate realiza cu ajutorul unui mecanism (fig. 3.8.18) alcătuit din discuri confecționate din materiale oleofile (oțel inox, aluminiu), montate pe un ax care se rotește cu o turație a cărei mărime se stabilește în funcție de caracteristicile uleiurilor ce trebuie colectate și de volumul acestora. Uleiurile colectate pe suprafețele discurilor sunt îndepărtate cu racloare fixe, care le dirijează spre un jgheab fix, cu descărcare într-un bazin colector.

Separatoarele de grăsimi cu flotație artificială (fig. 3.8.19), prin insuflare de aer comprimat la presiune joasă (0,5...0,7 bar), se folosesc pentru eliminarea particulelor fine de grăsimi (cu diametrul mediu al particulelor d<150 μm), care aderă pe bulele de aer, ridicându-se la suprafață.

Difuzia aerului de presiune joasă în separatorul de grăsimi se face pe radierul acestuia, prin plăci poroase confecționate din ceramică sau sticlă sinterizată, cu mărimea porilor cuprinsă între 20 și 400 μm, care realizează dispersia aerului în bule de 8...20 ori mai mari decât mărimea porului. Viteza ascensională a particulelor de grăsimi este v_a=*8...15* m/h.

Încărcarea artificială u_s trebuie să îndeplinească condiția:

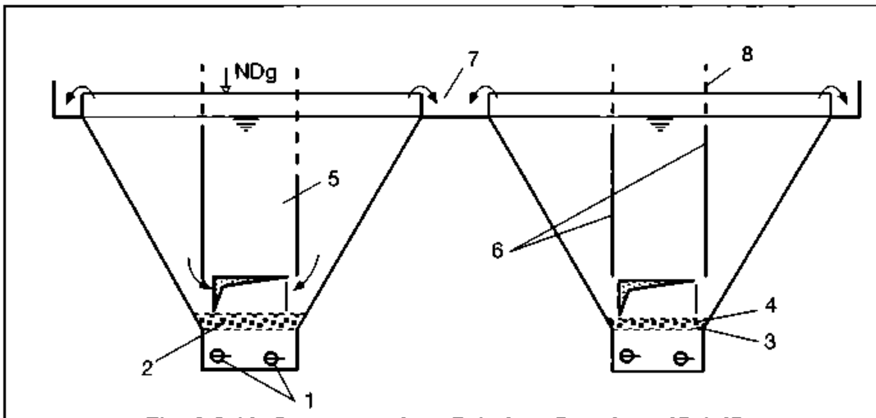


Fig. 3.8.19. Separator de grăsimi cu flotație artificială:
1 - țevi perforate pentru distribuția aerului sub presiune; 2 - plăci din sticlă sinterizată sau ceramică poroasă; 3 - strat pietriș 15...30 mm (10 cm); 4 - strat de nisip 0...15 mm (5 cm); 5 - spațiu de flotare; 6 - ecran de separare a spațiilor de flotare; 7 - canal de colectare grăsimi; 8 - grilaj din bare din lemn.

$$u_s = \frac{\dot{V}_c}{A} \leq v_s \quad [m/s] \qquad (3.8.15)$$

în care:

$\dot{V}_c$ - este debitul de calcul al apei uzate $[m^3/s]$;

A - aria suprafeței orizontale la oglinda apei pentru debitul de calcul $\dot{V}_c$, determinată cu relația:

$$A = nB_1L \quad [m^2] \qquad (3.8.16)$$

unde:

n - este numărul de compartimente în funcțiune;

B_1 - lățimea unui compartiment măsurată la oglinda apei pentru debitul de calcul $\dot{V}_c$; se recomandă B_1=2...4,5 m;

L - lungimea utilă a separatorului; se recomandă raportul $L/B_1 \geq 2{,}5$;

Viteza longitudinală a apei uzate se determină cu relația:

$$v_L = \frac{\dot{V}_c}{nA_1} \quad [m/s] \qquad (3.8.17)$$

în care:

A_1 - este aria secțiunii transversale a unui compartiment $[m^2]$, determinată cu relația:

$$A_1 = \frac{b + B_1}{2} H \quad [m^2] \qquad (3.8.18)$$

unde:

b - lățimea compartimentului la partea inferioară [m], determinată din condițiile respectării adâncimii H a apei din separator, a unghiului α=60...70° de înclinare a pereților față de orizontală (la interior) și a asigurării spațiului necesar realizării sistemului de distribuție a aerului comprimat sub formă de bule fine;

H - adâncimea apei în separatorul de grăsimi, măsurată între oglinda apei pentru debitul de calcul și nivelul superior al plăcilor poroase de distribuție a aerului comprimat, din sticlă sinterizată, sau al stratului de pietriș ce acoperă plăcile [m]. Se recomandă H=1,2...3 m.

Viteza longitudinală a apei v_L trebuie să îndeplinească condiția: $v_L \leq 15\ \mu_s$.

Timpul mediu de trecere, T, se recomandă să fie 5...12 min și se poate verifica cu relația: $t = L/v_L$

Supraînălțarea h_v a pereților deversori ai jgheaburilor de colectare a grăsimilor peste nivelul apei aferent debitului de calcul se determină din condiția ca debitul de verificare $\dot{V}_v$ să nu depășească creasta acestor pereți deversori, iar timpul mediu de trecere t_v, a apei prin separator la acest debit, să respecte condiția:

$$t_v = \frac{V_v}{\dot{V}_v} \geq 4\ min \qquad (3.8.19)$$

în care:

V_v - este volumul de apă din separatorul de grăsimi corespunzător debitului de verificare $\dot{V}_v$ $[m^3/s]$ determinat cu relația:

$$V_v = V + n \cdot B_1 \cdot L \cdot h_v = n \cdot A_1 \cdot L + n \cdot B_1 \cdot L \cdot h_v$$

Debitul de aer $\dot{V}_{aer}$, la presiunea de 0,5...0,7 bar, se determină cu relația:

$$\dot{V}_{aer} = \dot{V}_{aer/apă} \cdot \dot{V}_c \quad [m^3/h] \qquad (3.8.20)$$

în care:

$\dot{V}_{aer/apă}$ - este debitul specific [m^3 aer/m^3 apă uzată];

În cazul insuflării prin materiale poroase: $\dot{V}_{aer/apă}$ =0,3 [m^3 aer/m^3 apă uzată].

Pentru separarea grăsimilor dispersate în particule fine cu dimensiuni sub 100 μm, care în mare parte sunt emulsionate, se folosesc separatoare cu aer dizolvat, prin presurizarea aerului în apele uzate, la presiunea de 3...6 bar.

Colectarea și evacuarea uleiurilor (grăsimilor) flotate cu aer comprimat dispersat prin diverse sisteme: difuzori poroși, detentă, aeratoare imersate, cu sau fără adaos de agenți de flotație, se poate realiza numai prin racloare de suprafață, pentru uleiurile și spumele flotate și racloare imersate, pentru depunerile ce se acumulează pe radierul bazinului de separare.

Pentru bazinele cu secțiune circulară, se poate adopta un raclor circular, de tipul celui prezentat în fig. 3.8.20.

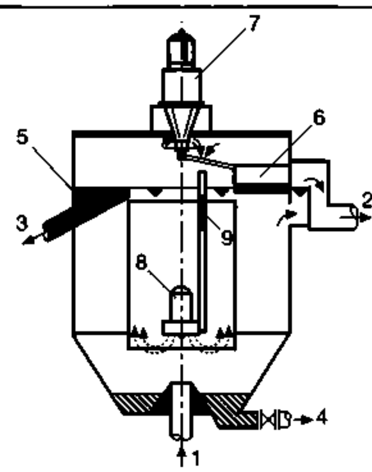


Fig. 3.8.20. Raclor circular de colectare și evacuare a uleiurilor:
1 - introducere ape uzate; 2 - evacuare ape uzate brute; 3 evacuare ulei flotat; 4 - evacuare depuneri; 5 - ulei flotat; 6 - raclor radial; 7 - grup electromotor de antrenare a raclorului; 8 - aerator imersat; 9 - aspirație aer.

Volumul camerei de flotație se calculează cu relația:

$$V = \beta \dot{V}_c t \quad [m^3] \qquad (3.8.21)$$

în care:

$\dot{V}_c$ - este debitul de calcul al apelor uzate, $[m^3/h]$;

t=0,15...0,25 h - timpul de retenție hidraulică;

β - coeficient experimental.

Suprafața de flotare este:

$$A = \alpha (V/h) \quad [m^2] \qquad (3.8.22)$$

unde α=1,1 este un coeficient experimental (de aglomerare a spumei pe suprafața de flotare) iar h=2...4 m. Debitul de aer necesar pe unitatea de suprafață activă a zonei de flotare este $\dot{V}$=40...50 (m^3/h aer)/m^2, iar debitul de aer necesar pe unitatea de debit de apă uzată este $\dot{V}'$=0,6...1(m^3/h aer)/(m^3/h apă uzată).

3.8.2.4 Echipamente și instalații locale de epurare chimică a apelor uzate

După concentrațiile de nocivități de natură chimică din apele uzate, se disting ape:

- de spălare, cu concentrații de 100...200 mg substanțe nocive de apă uzată;
- concentrate, conținând de la 200 până la 1000 g/l substanțe nocive.

Principalele sisteme de epurare chimică a apelor uzate industriale sunt:

- staționar, care se adoptă pentru debite mici de ape uzate ($\dot{V}$<10 m^3/h) și funcționează pe principiul acumulare - epurare, adaosul de reactivi chimici pentru tratare făcându-se manual;
- cu funcționare continuă, care se adoptă pentru debite medii și mari ($\dot{V}$>10 m^3/h), adaosul de reactivi chimici făcându-se automatizat;
- cu funcționare mixtă, care este o combinare a sistemului staționar pentru apele cu debite mici și a sistemului continuu pentru apele cu debite mari;
- cu funcționare în circuit închis care se adoptă atunci când apele de spălare trebuie să aibă un conținut redus de săruri sau când costul apei fiind ridicat, apare necesitatea recirculării parțiale sau totale a debitului de apă uzată.

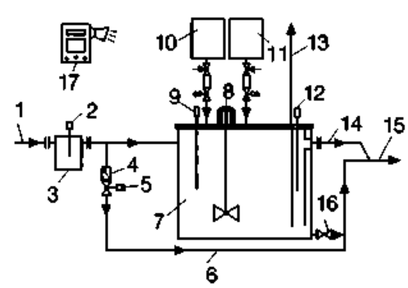


Fig. 3.8.21. Instalația locală pentru epurarea chimică a apelor uzate:
1 - intrare ape uzate impurificate chimic; 2 - pH-metru (valoare inițială); 3 - rezervor cu capacitatea 50 l; 4 - clapetă; 5 - robinet acționat cu motor electric; 6 - conductă de ocolire (pentru ape uzate neutre); 7 - bazin de reacție; 8 - agitator acționat de motor electric; 9 - pH-metru; 10 - aparat dozator cu soluție HCl 30 %; 11 - aparat dozator cu soluție NaOH, 30 %; 12 - pH-metru (valoare finală); 13 - conductă de aerisire; 14 - conductă de evacuare a apei neutralizate; 15 - racord la conducta publică de canalizare; 16 - robinet de golire; 17 - aparat de semnalizare acustică.

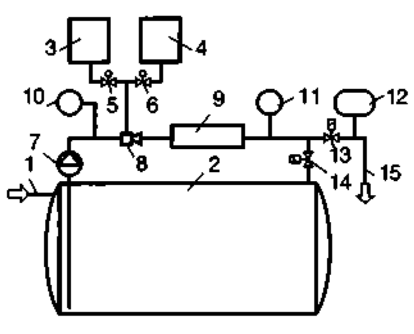


Fig. 3.8.22. Instalație locală pentru neutralizarea apelor uzate:
1 - intrare ape impurificate chimic; 2 - rezervor; 3 - aparat dozator cu soluție HCl, 30 %; 4 - aparat dozator cu soluție NaOH, 30 %; 5 și 6 - ventile de reglare; 7 - pompă; 8 - ejector; 9 - cameră de reacție; 10 - pH-metru (valoare inițială); 11 - pH-metru (după amestec); 12 - pH-metru (valoare finală); 13 și 14 - ventile de reglare; 15 - evacuare ape uzate neutralizate la canalizarea publică.

Instalația locală pentru epurarea chimică a apelor uzate (fig. 3.8.21), cuprinde un bazin de colectare având în același timp și rolul de bazin de reacție. Apele uzate sunt, de regulă, neutralizate cu acid clorhidric și, respectiv, hidroxid de sodiu, fiecare în concentrații medii de 30 %, introduse în bazin din aparate dozatoare, prin ventile electromagnetice comandate de pH-metre. Pentru omogeneizarea amestecului din bazin se folosește un agitator mecanic, acționat de un motor electric.

De regulă, instalația cuprinde două bazine cuplate în paralel, cu funcționare alternativă. Când se folosește un singur bazin se prevede o conductă de ocolire a acestuia prin care pot fi evacuate apele uzate (pe un interval de timp scurt, cât durează operațiile de golire, curățire a bazinului etc.) cu condiția ca pH-ul măsurat în secțiunea de intrare să nu depășească valoarea maximă admisă pentru evacuarea apelor uzate în rețeaua publică de canalizare.

Pentru debite mici de ape uzate impurificate chimic, evacuate discontinuu (de la laboratoare, afânarea, spălarea și, în special, regenerarea filtrelor H-cationice folosite pentru dedurizarea și demineralizarea apei), ca și pentru scurgeri accidentale de ape acide (probe, goliri etc.) se folosește instalația locală de neutralizare (fig. 3.8.22), care cuprinde un rezervor de colectare, din care apele uzate sunt aspirate de o pompă și refulate într-un ejector. Camera de aspirație a ejectorului este racordată printr-o conductă la aparatele dozatoare cu soluție de acid clorhidric, respectiv, cu soluție de hidroxid de sodiu, fiecare în concentrație medie de 30 %.

Amestecul dintre apa uzată și substanțele chimice este refulat de ejector într-o cameră de reacție. Reglarea dozimetrică a substanțelor chimice de neutralizare se realizează cu ventile electromagnetice comandate de pH-metre. După neutralizare (constatată prin măsurarea pH-ului final) apele uzate sunt evacuate în conducta publică de canalizare.

3.8.2.5 Echipamente și instalații locale de epurare mecano-biologică artificială a apelor uzate

Instalația locală de epurare mecano-biologică artificială (tip AWAS, fig. 3.8.23, tab. 3.8.2) se recomandă pentru așezări mici (până la 50 de locuitori) gospodării țărănești, case de vacanță, campinguri, hoteluri, restaurante, baze sportive etc.

Decantarea primară, unică și/sau înseriată, respectiv compartimentată asigură reținerea suspensiilor grosiere și medii. Printr-un sistem de tuburi imersate sunt colectate și evacuate grăsimile și uleiurile.

După decantarea primară urmează epurarea biologică aerobă a apelor uzate prin intermediul instalațiilor de aerare. Aerul necesar procesului este asigurat de un compresor (sau suflantă) a cărui funcționare este ciclică. Timpul de aerare este reglat în funcție de gradul de încărcare a apelor uzate, asigurând o activare corespunzătoare a depunerilor care în amestec cu apa ajung în decantorul secundar.

Nămolul decantat aici este recirculat parțial (prin sistem pneumatic) în bazinul de aerare, iar cel excedentar este trimis în depozitul de nămol al decantorului primar, de unde, periodic, este evacuat.

Din căminul de racord apele epurate sunt evacuate în conducta publică de canalizare sau în emisar.

Problema variației debitului apelor uzate, adică a încărcării instalației cu șocuri hidraulice, este rezolvată fie prin realizarea unui bazin colector de omogenizare, fie prin prevederea unui hidroelevator.

Avantajele acestui tip de instalație sunt următoarele: randament de epurare ridicat 96 %; instalație de aerare ușor adaptabilă necesarului de aer în funcție de încărcarea organică a apelor uzate; suprafață de amplasare redusă; material de execuție: beton și PVC; se racordează ușor la rețeaua de canalizare.

Pentru debite mici de ape uzate se recomandă instalația redată în fig. 3.8.24 cuprinzând, în esență, un recipient paralelipipedic, care prezintă în partea superioară o gură de acces și are dispuse, pe părțile laterale, o conductă de alimentare și alta de evacuare. Interiorul recipientului este subdivizat în 3 zone ce se află în intercomunicare: de intrare, de aerare și de decantare.

În zona de intrare se găsește o cameră formată dintr-un tub deschis la bază și sus. Capătul inferior al tubului este traversat de o conductă de distribuție a aerului comprimat, iar în interiorul tubului este dispus un agitator antrenat de un motor electric.

În zona de aerare se găsesc pachete de plăci realizate din material sintetic, dispuse înclinat cu un unghi de circa 3°, cu spații egale între ele sub care sunt dispuse orificiile de ejecție. Plăcile sunt netede pe o față și prezintă, pe fața cealaltă, profile în formă de canale deschise spre bază și dirijate orizontal.

Zona de decantare este separată de zona de aerare printr-un perete ce se întinde pe toată lățimea recipientului și care la partea inferioară este înclinat la 45°, creând o secțiune liberă față de baza recipientului cu ajutorul căreia se realizează legătura între cele 2 zone.

Recipientul este umplut permanent cu apă uzată până la nivelul conductei de evacuare.

Tabelul 3.8.2. Caracteristicile funcționale și de gabarit ale instalației locale de epurare mecanobiologică (tip AWAS, fig 3.8.23)

	Tipul instalației	MBA 8	MBA12	MBA 16	MBA 20	MBA 25	MBA 30	MBA 40	MBA 50
	Nr. locuitori	8	12	16	20	25	30	40	50
Date de dimensionare	Debit zilnic [m^3/zi]	1,2	1,8	2,4	3,0	3,75	4,5	6,0	7,5
	Debit orar max. [m^3h]	0,12	0,18	0,24	0,3	0,375	0,45	0,6	0,75
	Debit zilnic mediu [m^3/h]	0,05	0,075	0,1	0,125	0,156	0,188	0,25	0,313
	Conținut de poluanți [kg CBO_5/zi]	0,48	0,72	0,96	1,2	1,5	1,8	2,4	3,0
Dimensiuni de gabarit	Adâncimea totală H_t [m]	2,40	2,55	2,65	2,70	2,80	3,16	3,70	3,40
	Înălțimea utilă H_u [m]	1,20	1,35	1,45	1,50	1,58	1,96	2,50	2,18
	Nr bazine [buc]	2	2	2	2	2	2	2	2
	Diametrul interior D_1 [m]	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	3,00
	Diametrul interior D_2 [m]	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2,50	3,00
	Diametrul interior D_3 [m]	1,20	1,20	1,20	1,60	1,60	1,60	1,60	1,80

Cu ajutorul unui compresor (nefigurat), se refulează, constant, aer, străbătând orificiile de ejecție și parcurgând zona de aerare de la bază în sus. Bulele de aer rămase sunt reținute de plăci prin intermediul canalelor, pentru ca după un timp scurt să fie împinse de bulele de aer următoare. Apa uzată, conținută în camera de aerare intră în contact intensiv cu aerul, iar în caz de aflux al apelor uzate, apa tratată din zona de aerare este refulată în zona de decantare, unde aceasta urcă lent.

Aerul ce străbate tronsonul conductei de distribuție, plasat direct dedesubtul fundului oblic al peretelui despărțitor, produce o aspirație, ceea ce face ca nămolul activ care lunecă pe perete să fie adus în zona de aerare.

Când prin conducta de aerare sosește o cantitate de apă uzată, ea pătrunde imediat în camera de intrare, fără a fi perturbat procesul de epurare aerobă din zona de aerare, iar reziduurile grosiere din această apă sunt fărâmițate în camera de intrare, prin turbulența produsă de curentul ascendent de bule de aer care ies prin conducta de distribuție. Agitatorul mecanic contribuie la o fărâmițare rapidă și intensivă. Prin intermediul unui întrerupător agitatorul este acționat de câte ori se produce un aflux de apă uzată către camera de intrare.

3.9. Tehnologii de execuție și montare a instalațiilor de canalizare

3.9.1. Scule, utilaje și dispozitive folosite la execuția și montarea instalațiilor de canalizare

Se folosesc aceleași scule, utilaje și dispozitive, ca și la instalațiile de alimentare cu apă. Există o mare varietate de scule, utilaje și dispozitive, cu performanțe tehnice ridicate, produse atât în țară cât și în străinătate, astfel că, pentru o documentare completă, este necesară consultarea cataloagelor firmelor producătoare.

Elementele de progres tehnic în acest domeniu constau în lărgirea gamei de materiale de conducte ce pot fi prelucrate cu același utilaj (de exemplu: dispozitiv de tăiat țevi și tuburi din polietilenă, polipropilenă, PVC sau țevi metalice prin simpla schimbare a cuțitului; dispozitivul de șanfrenat țevi etc), fiabilitatea mare a utilajelor, sculelor și dispozitivelor conferită de materialele folosite la fabricarea lor (aliaje de Cr-Va, oțel carbon etc.), greutatea redusă (care micșorează efortul depus la manevrarea lor) și elementele de ordin ergonomic.

3.9.2. Montarea rețelelor interioare de canalizare

• *Montarea colectoarelor orizontale de canalizare* se începe de la ieșirea ei din clădire, mergându-se către coloana cea mai îndepărtată care trebuie racordată.

La montarea colectoarelor se pun următoarele probleme :
- respectarea pantei de montare prevăzută în proiect;
- verificarea corespondenței dintre cota

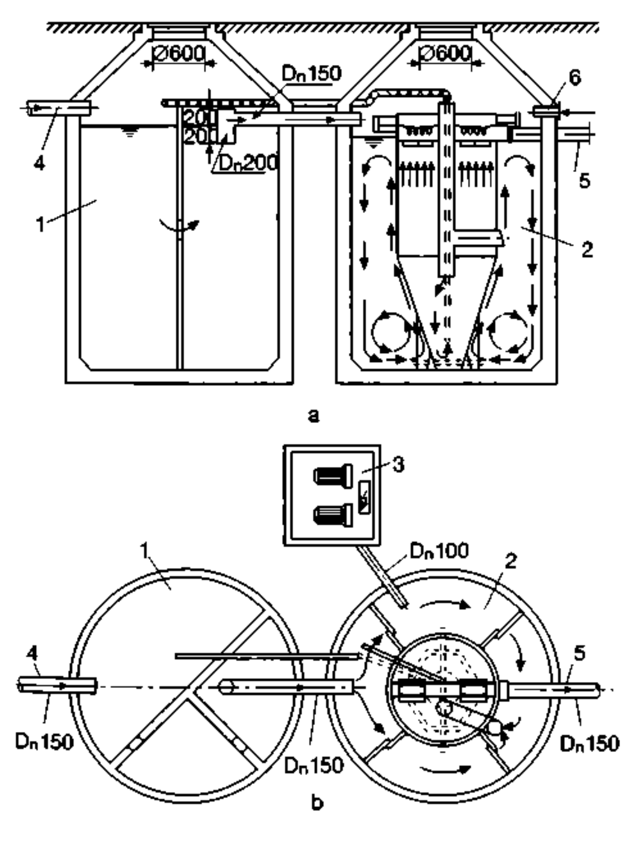


Fig. 3.8.23. Instalație locală de epurare mecanobiologică artificială a apelor uzate (tip AWAS):
a – secțiune; b – vedere în plan;
1 – decantor primar; 2 – bazin de aerare cuplat cu decantor secundar; 3 – cămin pentru suflante; 4 – conductă de intrare a apelor uzate (Dn=150 mm); 5 – conductă de ieșire a apei epurate (Dn = 150 mm); 6 - conductă de intrare aer comprimat.

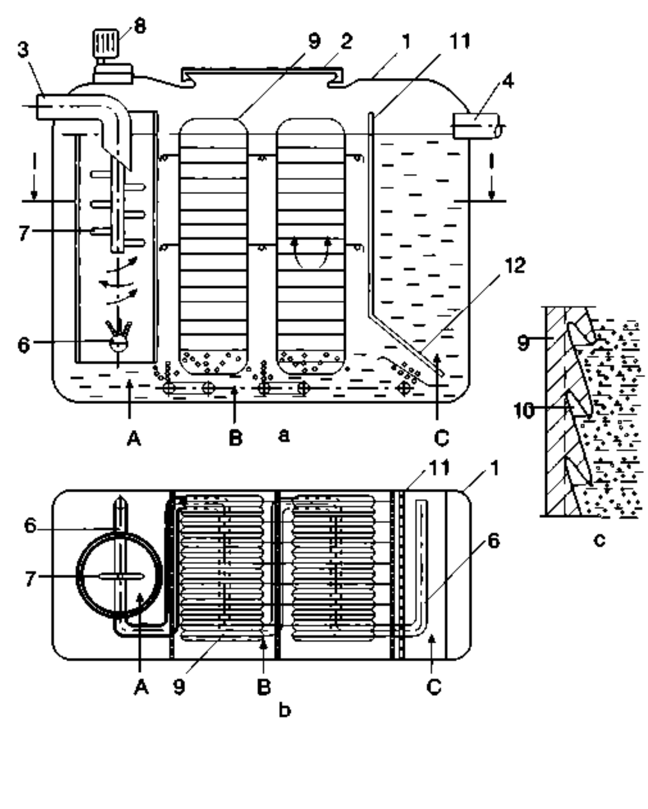


Fig. 3.8.24. Instalație locală cu dimensiuni mici, pentru epurarea mecanobiologică a apelor uzate:
a - schemă; b - secțiune orizontală I - I; c - detaliu;
A - zona de intrare; B - zona de aerare; C - zona de decantare; 1 - recipient paralelipipedic; 2 - gură de acces; 3 - conductă de alimentare; 4 - conductă de evacuare; 5 - cameră de intrare; 6 - conductă de aer comprimat; 7 - agitator; 8 - motor electric; 9 - pachete de plăci; 10 - canal; 11 - perete despărțitor; 12 - fund oblic.

de ieșire a tubului de canalizare din clădire și cea a canalizării exterioare la care se racordează; această verificare se face cu ajutorul unui tub din cauciuc, prevăzut la capete cu tuburi din sticlă gradate, umplut cu apă.

Colectoarele orizontale de canalizare se pot monta aparent sau îngropat.

La clădirile cu subsol tehnic, tuburile de canalizare se montează aparent, pe console, brățări sau susținătoare metalice (fig. 3.9.1).

În cazul construcțiilor fără subsol, amplasate în terenuri macroporice (sensibile la înmuiere), montarea conductelor sub pardoseala parterului nu este admisă, cu excepția încăperilor pentru fabrici și ateliere, la care se admite montarea conductelor de canalizare în canale din beton nevizitabile (fig. 3.9.2).

La montarea colectoarelor sub pardoseală se prevăd curbe cât mai deschise și piese de ramificație la 45°, pentru ca scurgerea să se facă ușor și să se elimine pericolul de înfundare. Dacă din diverse motive este totuși necesar să se monteze ramificații cu deschideri mai mari, de

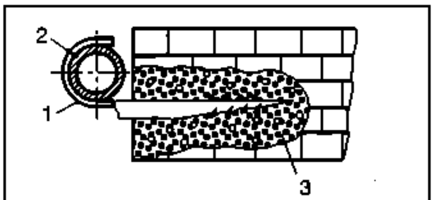


Fig. 3.9.1. Susținător pentru fixarea colectoarelor orizontale de canalizare:
1 - susținător; 2 - colector; 3 - mortar pentru fixarea susținătorului.

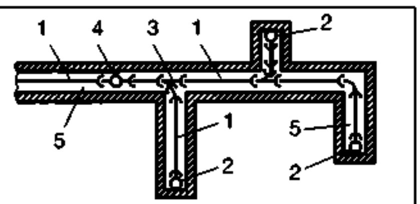


Fig. 3.9.2. Montarea conductei colectoare în canal sub pardoseală:
1 - conductă colectoare; 2 - coloană; 3 - ramificație la 45°; 4 - piesă de curățire; 5 - canal din beton.

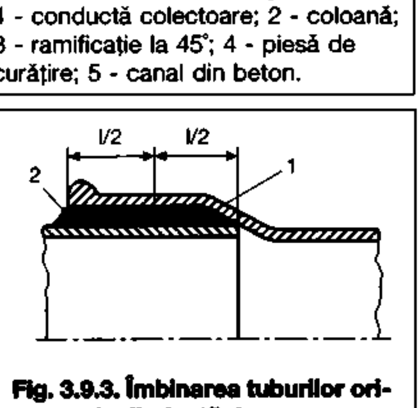


Fig. 3.9.3. Îmbinarea tuburilor orizontale din fontă de scurgere:
1 - frânghie gudronată; 2 - plumb șternuit.

exemplu, de 70°, atunci pe conducta principală, după fiecare ramificație de 70°, se montează un tub de curățire așezat în cămin de vizitare executat în pardoseală.

Pe colectorul orizontal, în dreptul fiecărei coloane, se montează câte o ramificație prin care se face legătura dintre conductele verticale de curgere și colector. În continuare se execută îmbinarea conductelor și a subansamblelor, tehnologia de îmbinare a colectoarelor orizontale diferind în funcție de materialul conductei.

Tuburile din fontă de scurgere se îmbină între ele sau cu piesele de legătură, introducând capătul drept al unui tub în mufa celuilalt tub, de același diametru, etanșarea putându-se realiza cu frânghie gudronată și plumb, cu frânghie de cânepă albă și ciment metalurgic sau cu frânghie de cânepă gudronată și mastic bituminos. În toate cazurile frânghia

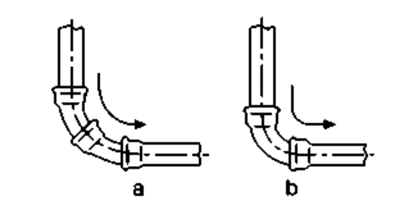


Fig. 3.9.4. Racordarea coloanelor terminale la conducta colectoare:
a - 2 coturi de 45°;
b - cot de 90°.

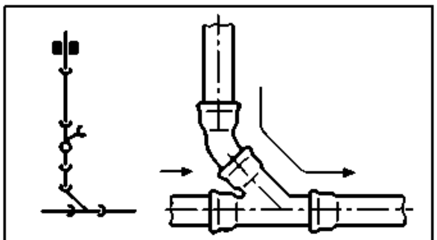


Fig. 3.9.5. Racordarea coloanelor intermediare la conducta colectoare prin ramificație de 45° și cot de 45°.

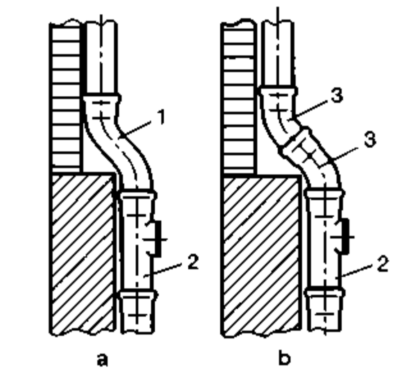


Fig. 3.9.6. Deplasarea coloanei:
a - deplasarea cu curbă de etaj;
b - deplasarea cu 2 coturi;
1 - curbă de etaj; 2 - tub de curățire; 3 - coturi.

umple mufa până la jumătate din adâncimea ei (fig. 3.9.3).

Îmbinarea tuburilor orizontale din PVC se realizează prin lipire cu adeziv în mufe, folosindu-se în acest scop piese de legătură din PVC.

Tuburile din polipropilenă se îmbină între ele prin fitinguri sau prin mufare, când etanșarea este asigurată prin garnituri montate în mufe.

Tuburile din PP se îmbină între ele cu fitinguri prin sudură tip electrofuziune (pentru a se evita apariția cordoanelor de sudură la interior).

• *Montarea coloanelor de canalizare*

În cazul în care coloanele se execută concomitent cu conducta colectoare orizontală, montarea fiecărei coloane se începe de la subsol, de la ultima ramificație amplasată sub planșeul de deasupra subsolului. La baza coloanelor terminale, în locul unui cot de 90°, se montează 2 coturi de 45° (fig. 3.9.4 a) pentru ca schimbarea direcției apei ce se evacuează să nu aibă loc brusc, ci treptat. Coturi de 90° (fig. 3.9.4 b) se admit numai când în coloane curg ape convențional curate (limpezi, fără suspensii).

Coloanele intermediare se colectează la conducta colectoare prin ramificații la 45°, montate pe conducta colectoare (fig. 3.9.5) și cot de 45°. Piesele de curățire montate pe coloane se amplasează la 800 mm deasupra pardoselii finite a etajului respectiv sau la cel puțin 150 mm deasupra nivelului la care se află marginea superioară a obiectului sanitar cel mai apropiat de la etajul respectiv: astfel, în cazul desfundării coloanei, apa uzată nu inundă etajul prin tubul de curățire și se poate dirija în obiectul sanitar sau în ramificația la coloană. Pe traseul vertical trebuie evitate, pe cât posibil, deplasările coloanei, deoarece în exploatare pot constitui puncte de înfundare a acesteia.

Există situații în care anumite elemente de construcții (grinzi, socluri etc.) trebuie ocolite, și atunci deplasarea coloanei în dreptul acestora se realizează prin montarea unei curbe de etaj (fig. 3.9.6 a) sau a 2 coturi (fig. 3.9.6 b); în ambele cazuri se montează pe coloană, sub porțiunea respectivă, câte un tub de curățire, deoarece în aceste locuri coloana se poate înfunda foarte ușor.

Compensatoarele de dilatare axiale montate pe coloanele de canalizare, executate din PVC, polietilenă sau polipropilenă, sunt de formă cilindrică; în partea de sus se introduce capătul conductei, care se poate deplasa liber în interiorul compensatorului, etanșarea realizându-se cu un inel special din cauciuc, iar în partea de jos compensatorul se îmbină cu capătul conductei prin lipire cu adeziv în mufă.

La jumătatea distanței dintre 2

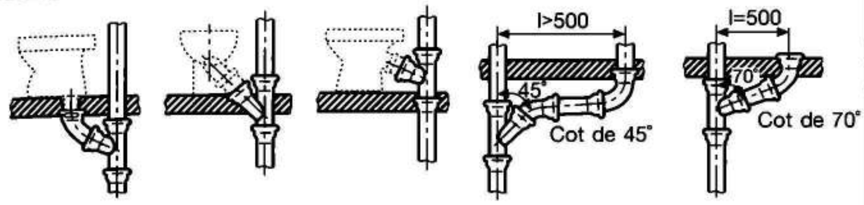


Fig. 3.9.7. Montarea ramificației pentru racordarea vasului de closet.

compensatoare de dilatare se montează un punct fix. Pe coloane se montează ramificații de 45° sau 70°. Alegerea ramificațiilor și a înălțimilor la care se montează acestea depind de tipul și poziția obiectelor sanitare pe care le leagă. Înălțimile se măsoară de la nivelul pardoselii finite.

Ramificațiile pentru racordarea vaselor de closet pot fi realizate în unul din modurile arătate în fig. 3.9.7.

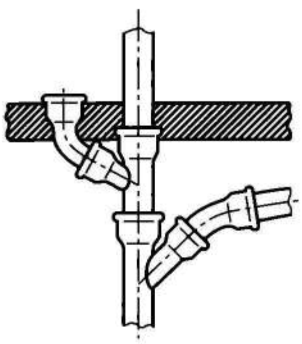


Fig. 3.9.8. Ramificații montate una sub alta.

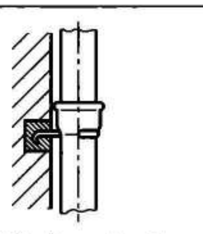


Fig. 3.9.9. Brățară pentru fixarea coloanelor de curgere din fontă.

Pentru racordarea mai multor obiecte sanitare, amplasate la stânga și la dreapta aceleiași coloane, se poate executa montarea cu 2 ramificații (fig. 3.9.8) când una din conductele de legătură este scurtă și se află aproape de perete.

După executarea tuturor îmbinărilor se efectuează o probă de etanșeitate și în final, fixarea definitivă a coloanei cu brățări speciale din oțel (fig. 3.9.9).

• *Montarea conductelor de ventilare*

Acestea se execută din același material ca și coloanele de scurgere și se prelungesc cu circa 70 cm deasupra acoperișului, pentru a nu fi acoperite iarna de zăpada ce se depune. La capătul de pe acoperiș al conductei de ventilare se montează o căciulă de protecție (fig. 3.9.10), executată cu tablă din oțel zincată sau cu tablă neagră decapată și vopsită cu vopsea de ulei.

Pentru montare, căciula de protecție se introduce pe tubul coloanei de ventilare, pe deasupra tubului (fig. 3.9.10 a) dacă tubul are capăt drept și în interiorul tubului (fig. 3.9.10 b) dacă tubul are capăt cu mufă. În ultimul caz căciula de protecție se ștemuiește în mufa coloanei cu frânghie de cânepă negudronată și ciment.

După fixarea căciulii de protecție, tubul coloanei de ventilare se îmbracă de jur împrejur cu tablă care se lipește de corpul căciulii și de acoperiș, asigurându-se astfel o protecție contra pătrunderii apei provenite din precipitații prin străpungerea executată în acoperiș pentru scoaterea conductei de ventilare.

Când clădirea are acoperiș-terasă, tabla se introduce în straturile hidroizolante ale terasei (fig, 3.9.10 c). Dacă terasa este circulabilă, ventilările vor fi scoase pe acoperiș și plasate în locuri mai retrase (lângă coșuri, ziduri etc.).

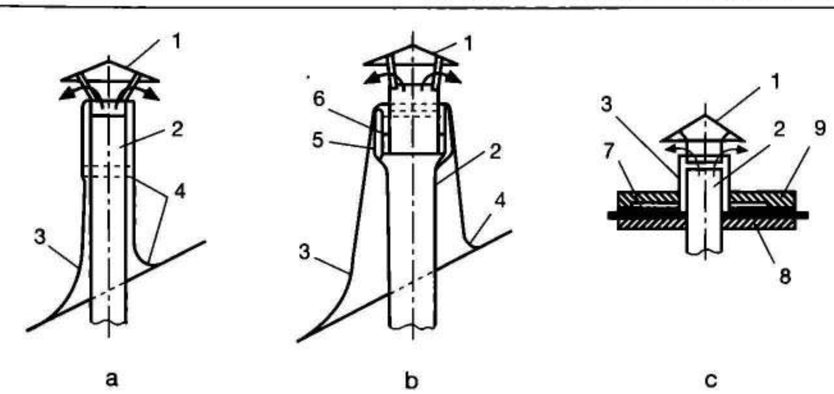


Fig. 3.9.10 - Montarea căciulii de ventilare:
a, b - pe acoperiș din tablă; c - acoperiș terasă;
1 – căciulă de ventilare; 2 – conductă de ventilare; 3 – tablă de protecție; 4 – lipituri de etanșare; 5 - frânghie de cânepă; 6 - ciment; 7 – carton bitumat; 8 - placă din beton ; 9 - beton de egalizare.

• *Montarea conductelor de legătură ale obiectelor sanitare la coloane*

Conductele de legătură vor avea trasee drepte cât mai scurte și se vor monta cu pantele indicate în proiect. Aceste conducte pot fi montate:

- de-a lungul peretelui pe care sunt amplasate obiectele sanitare, aparent, îngropat sau mascat după cum sistemul constructiv sau gradul de confort permite;
- sub planșeul pe care este montat obiectul sanitar (fig. 3.9.11) sau mascat de o grindă falsă din rabiț;
- îngropat în grosimea pardoselii, soluție utilizată, în special, în cazul racordării sifoanelor de pardoseală din camerele de baie.

Conductele de legătură ale obiectelor sanitare pot fi executate din aceleași materiale ca și coloanele sau din materiale diferite, în care caz, tehnologiile de îmbinare prezintă anumite particularități.

În scopul îmbinării țevilor din materiale diferite, este recomandabil ca schimbarea să se facă pe verticală (pe coloane), iar etanșarea să se facă conform indicațiilor producătorului.

3.9.3. Racordarea obiectelor sanitare la rețeaua interioară de canalizare

• *Racordarea lavoarului la rețeaua de canalizare*

Ventilul de scurgere se introduce în orificiul respectiv din lavoar (fig. 3.9.12), prin interiorul lavoarului, după ce sub rozeta ventilului s-a pus o garnitură subțire din cauciuc. Sub lavoar, se introduce pe ventil o garnitură groasă din cauciuc unsă cu vopsea albă, apoi se introduce pe ventil o rondelă (șaibă din plumb moale) și după aceasta o piuliță care se strânge până la fixarea completă.

• *Racordarea căzilor de baie la rețeaua de canalizare*

Poziția scurgerii (fig. 3.9.13) se execută înainte de turnarea mozaicului, iar cada se montează după turnarea și finisarea

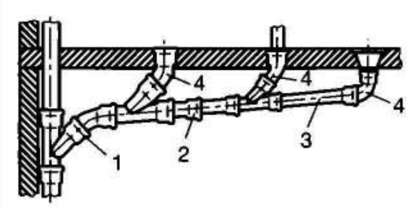


Fig. 3.9.11. Montarea conductei de legătură sub planșeu:
1 - ramificație; 2 - reducție; 3 - tub drept; 4 - cot.

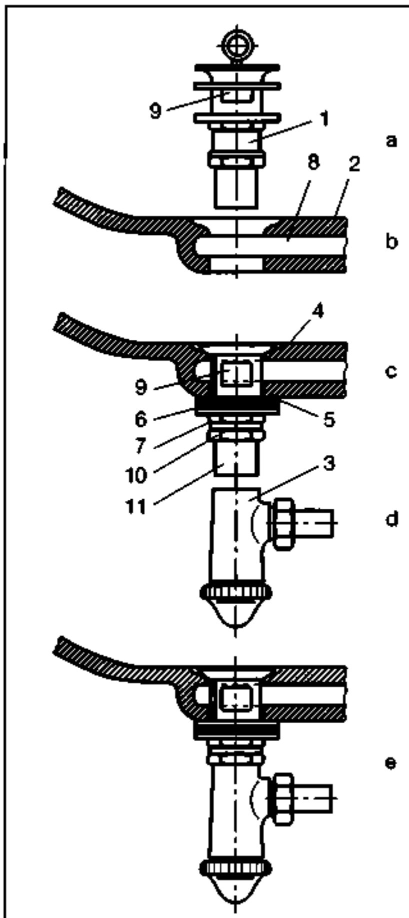


Fig. 3.9.12. Montarea ventilului și a sifonului de scurgere la lavoar:
a - ventil de scurgere; b - corpul lavoarului; c - ventil de scurgere montat pe lavoar; d - sifon; e - lavoarul echipat cu ventil de scurgere și sifon;
1 - ventil de scurgere; 2 - lavoar; 3 - sifon; 4 - garnitură subțire de cauciuc; 5 - garnitură mai groasă de cauciuc; 6 - rondelă (șaibă) din plumb moale; 7 - piuliță de fixare; 8 - golul preaplinului din vasul lavoarului; 9 - orificiul din ventil pentru preaplin; 10 - piuliță olandeză; 11 - racord de lipit.

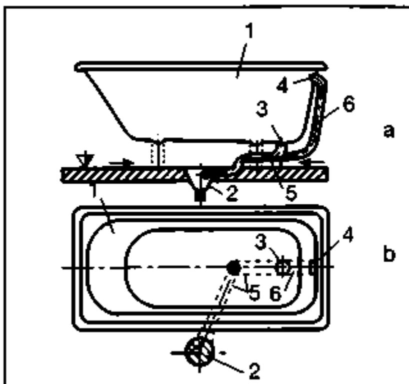


Fig. 3.9.13. Legarea la canalizare a căzii de baie cu fund plan:
a - vedere laterală; b - vedere în plan;
1 - cadă; 2 - sifon de pardoseală combinat cu ieșire verticală; 3 - ventil de scurgere; 4 - preaplin; 5 - legatură la sifon; 6 - conductă de preaplin.

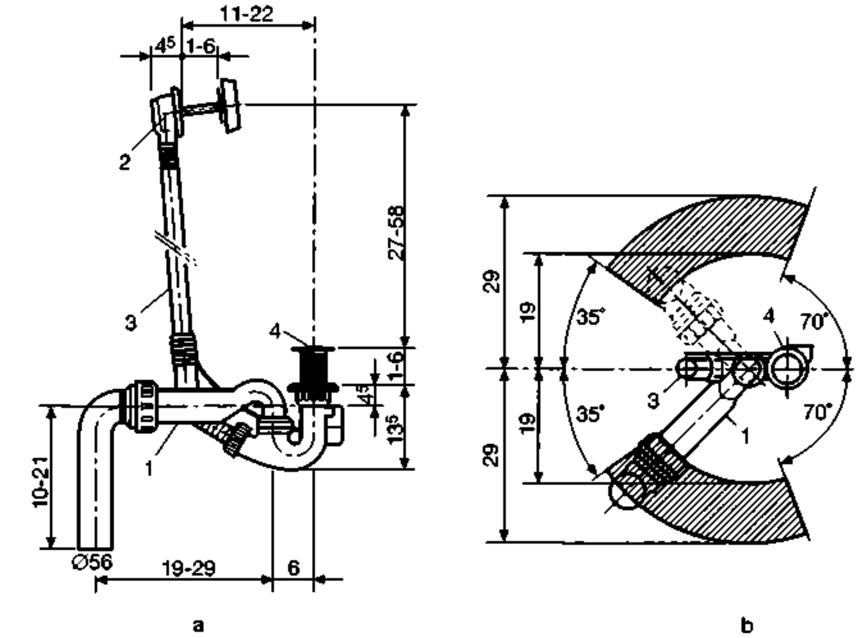


Fig. 3.9.14. Furnitură pentru racordarea căzii de baie la rețeaua de canalizare:
a – ansamblu montat;
b - vedere în plan a nodului de conducte;
1 – conductă de legătură la sifonul camerei de baie. 2 – ventil de preaplin; 3 – conductă de preaplin; 4 – ventil de scurgere al căzii;

mozaicului. Etanșarea preaplinului la cada de baie se realizează cu garnitură din cauciuc moale și vopsea albă email; pentru o mai bună etanșare, strângerea ventilului pe corpul căzii se face cu un șurub portlanț. Pentru etanșarea ventilului de scurgere se deșurubează și se scoate de pe ventil racordul olandez și piulița de fixare și se introduce sub rozeta ventilului o garnitură (rondelă) din cauciuc. Ventilul se introduce în orificiul căzii de baie. Se înșurubează pe corpul ventilului, pe sub cadă, piulița de fixare, care se strânge și apoi se montează la ventil racordul olandez.

Între piulița de fixare a ventilului și cada de baie nu se pune nici o garnitură, etanșarea fiind asigurată numai de garnitura din cada de baie.

Conducta de scurgere de la preaplinul băii se poate executa cu: țeavă din plumb de scurgere (∅ 30/34 mm), țeavă PVC (∅ 32x1,8 mm), țeavă din polipropilenă sau polietilenă și se racordează cu scurgerea de la ventilul băii, executată din țeavă din plumb (∅ 40x44mm), țeavă PVC, țeavă din polipropilenă sau polietilenă care la rândul ei se racordează la poziția conductei de scurgere legată la sifonul combinat. Această conductă se montează față de ventilul de scurgere al băii la o distanță de minimum 15 mm, pentru ca să se poată executa racordarea la sifonul combinat.

Conducta de scurgere, executată din țeavă PVC, polipropilenă, polietilenă sau plumb de scurgere de 50/54 mm, se îngroapă în pardoseală și se termină la sifonul combinat al băii.

Unele firme execută un prefabricat cu țevi din polipropilenă sau polietilenă întreaga furnitură necesară racordării căzii de baie la rețeaua de canalizare (fig. 3.9.14), oferind multiple posibilități de montare.

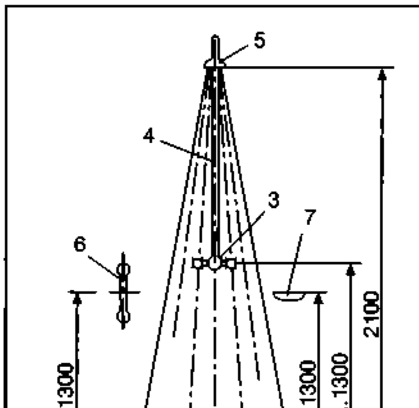


Fig. 3.9.15. Montarea dușului individual:
1 - cadă; 2 - ventil de scurgere; 3 - baterie amestecătoare; 4 - țeavă; 5 - para dușului; 6 - mâner; 7 - săpunieră; 8 - sifon combinat de pardoseală.

• *Racordarea dușurilor la rețeaua de canalizare*

Dușurile pot fi individuale (fig. 3.9.15) montate în locuințe, cămine, creșe etc. sau comune, montate în grup (fig. 3.9.16) în anexele clădirilor industriale, băi publice etc.

Pentru dușurile în grup se pot monta căzi pentru fiecare duș, dar, de regulă, se dă pantă mare la pardoseală către unul sau mai multe sifoane de pardoseală

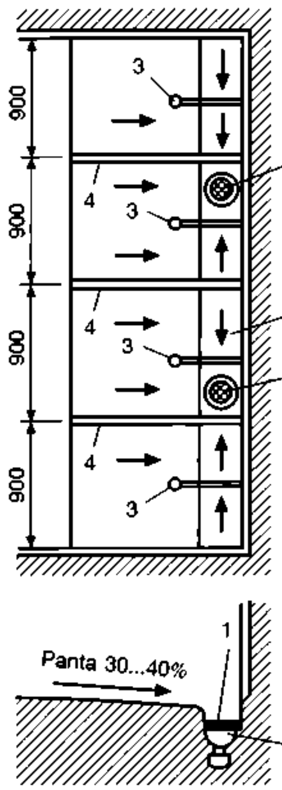


Fig. 3.9.16. Montarea dușurilor în grup:
1 - rigolă; 2 - sifon de pardoseală; 3 - para dușului; 4 - despărțitură (paravan) din sticlă, tablă, beton etc.

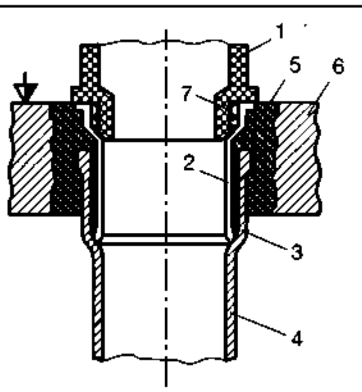


Fig. 3.9.17. Legarea closetului cu evacuarea verticală la conducta din fontă de scurgere:
1 – racordul de scurgere al vasului de closet; 2 - ștuț din plumb de scurgere de 100/105 mm; 3 - mufa tubului din fontă; 4 - tub din fontă; 5 - mortar de ciment; 6 - planșeu din beton; 7 - chit siliconic.

(fig. 3.9.16); în ultimul caz pe pardoseala în pantă se pun grătare din lemn, executate astfel ca să se realizeze orizontalitatea. Panta pardoselii în încăperile cu dușuri trebuie să fie de 30...40 mm/m. Uneori la dușurile montate în săli comune, apele uzate se colectează în rigole, care se evacuează la canal, prin recipiente sau prin sifoane de pardoseală.

• *Racordarea vaselor de closet la rețeaua de canalizare*

Tehnologiile de racordare prezintă unele particularități în funcție de modul de fixare a vaselor de closet, care poate fi pe: pardoseală, pereți de rezistență, pereți de tip ușor.

În cazul montării pe pardoseală, vasele de closet se fixează cu șuruburi pentru lemn de 70x6 mm și spirale de sârmă zincată, în găuri astupate cu mortar din ciment sau cu șuruburi pentru lemn fixate în dibluri din lemn.

Legătura pentru scurgere, dintre vasul

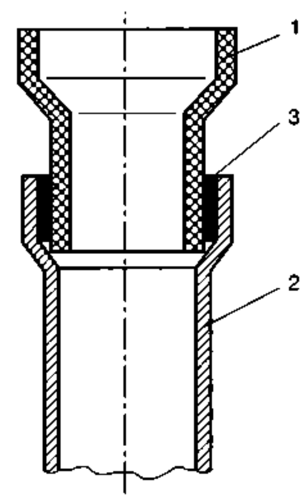


Fig. 3.9.18. Racordarea closetului din faianță cu tubul de legătură din faianță la coloana de scurgere din PVC:
1 - tub de scurgere; 2 - țeavă din PVC de scurgere, de 100 x 3,2 mm; 3 - chit siliconic.

de closet din faianță și mufa conductei din fontă de scurgere (fig. 3.9.17), se realizează cu un ștuț din plumb de scurgere cu diametrul de 100/105 mm sau din PVC cu diametrul exterior de 110 mm, lung de 150...200 mm. Etanșarea ștuțului din plumb la mufa tubului din fontă se realizează cu frânghie gudronată îndesată și cu mastic bituminos, iar îmbinarea dintre vasul de closet și racordul demontabil se etanșează cu chit amestecat cu vopsea.

Legătura pentru scurgere dintre vasul de closet din faianță și mufa conductei din PVC (fig. 3.9.18) se etanșază fie cu mastic de colofoniu, fie cu chit roșu.

Legătura între rezervorul de spălare și vasul de closet se execută cu țeavă din PVC cu diametrul exterior de 32 mm (fig. 3.9.19). Se mai folosesc: țevi din plumb

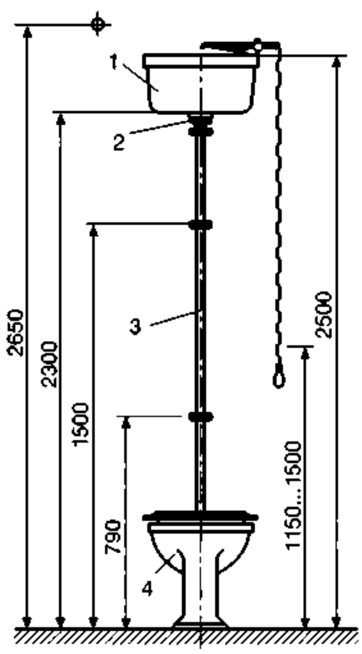


Fig. 3.9.19. Ansamblul rezervor, țeavă de spălare și vas de closet:
1 - rezervor; 2 - ventilul rezervorului; 3 - țeavă de spălare; 4 - vas de closet.

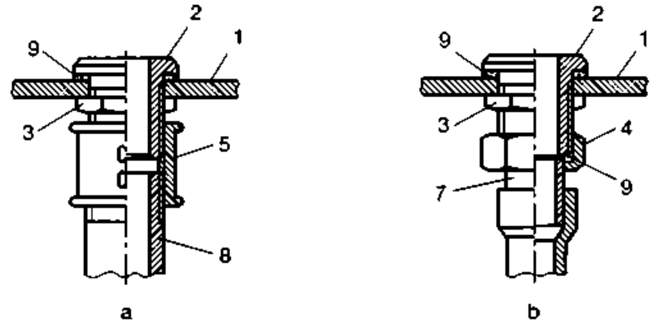


Fig. 3.9.20. Ventile pentru legarea țevilor de spălare din:
a - oțel; b - PVC; PP, ABS
1 - fundul rezervorului; 2 - ventilul propriu-zis; 3 - piuliță de fixare; 4 - piuliță olandeză; 5 - mufă stânga-dreapta; 6 - racord de lipit din alamă; 7 - racord de lipit din PVC; 8 - țeavă de spălare din oțel zincată; 9 - garnitură din cauciuc.

de scurgere cu diametrul de 30/34 mm, țevi din oțel zincat cu diametrul de 1 1/4", țevi din polietilenă sau polipropilenă.

Capătul superior al țevii de spălare se lipește de racordul de lipit (fig. 3.9.20) al ventilului rezervorului. După lipire, racordul se asamblează la ventilul rezervorului cu piulița olandeză, punându-se între ele o garnitură din cauciuc moale de 2 mm grosime.

În cazul țevii de spălare din oțel zincat, acesta se fixează de ventilul de scurgere cu o mufă stânga-dreapta.

Capătul inferior al țevii de spălare se leagă pe ștuțul vasului de closet cu o manșetă din cauciuc (fig 3.9.21) de formă tronconică. Manșeta se îmbracă mai întâi cu capătul îngust pe țeava de spălare (fig. 3.9.21 a) se leagă cu sârmă zincată de 0,5 mm grosime, apoi capătul țevii de spălare se introduce în ștuțul vasului, iar partea mai largă a manșetei de cauciuc se răsfrânge peste ștuț (fig. 3.9.21 b) unde se leagă, de asemenea, cu sârmă zincată.

Țevile de spălare se pot monta aparent la 1 cm față de peretele finit, de care se fixează cu brățări speciale, sau îngropat, la 1 cm adâncime față de peretele brut.

În cazul fixării pe perete de rezistență a vasului de closet (suspendat) se poate folosi sistemul bloc (fig. 3.9.22) cu rezervorul de spălare încastrat sau montat direct pe vas. Sistemul este compus din: cot WC ∅110 mm, manșon de evacuare, accesorii de fixare și capace de protecție.

Pentru racordarea vasului de closet, fixat pe un perete de tip ușor, se recomandă folosirea unui bloc compus din: rezervor, cot ∅110 mm pentru closet, suport de fixare pe perete, manșon de evacuare a vasului de closet ∅110 mm și racord pentru intrarea apei de spălare, accesorii de fixare pentru closet și capace de protecție.

Sisteme similare sunt folosite și pentru racordarea vaselor de bideu suspendate pe perete.

• *Racordarea pisoarelor la rețeaua de canalizare*

Vasele pisoarelor se fixează pe pereți, cu șuruburi pentru lemn prinse în dibluri din lemn sau în spirale din sârmă zincată. Poziția vasului la perete trebuie să fie astfel ca marginea superioară a lui să se afle la o înălțime de 650 mm de pardoseala finită (fig. 3.9.23) pentru adulți și de 450...550 mm pentru copii.

Legătura la canalizare se montează la înălțimea de 400 mm de la pardoseala finită pentru adulți și de 200...300 mm pentru copii și se realizează prin intermediul unui sifon din alamă nichelat, racordat la conducta de scurgere, executată, din țeavă PVC, polipropilenă, polietilenă sau din fontă de scurgere cu diametrul de 50 mm.

• *Racordarea spălătoarelor pentru vase la rețeaua de canalizare*

Spălătoarele pentru vase se montează pe console fixate în dibluri cu șuruburi cu cap nichelat. Cotele de montare ale spălătorului pentru vase sunt indicate în fig. 3.9.24.

Poziția legăturii de scurgere se amplasează la 50 cm de la pardoseala finită și se execută, de regulă, cu țevi din PVC, polipropilenă sau polietilenă.

Pentru racordarea spălătoarelor simple sau duble și a masinii de spălat vase, se execută prefabricat, cu țevi din polipropilenă, întreaga furnitură de racordare la rețeaua de canalizare (fig. 3.9.25).

• *Racordarea chiuvetelor la rețeaua de canalizare.* Legătura la canalizare, de la sifonul de scurgere al chiuvetei se poate face: îngropată (fig 3.9.26 a), aparentă verticală (fig. 3.9.26 b) sau aparentă înclinată (fig. 3.9.26 c) din țevi din PVC cu diametrul de 50 mm, țevi din polipropilenă, polietilenă.

• *Racordarea sifoanelor de pardoseală la rețeaua de canalizare.* Sifonul combinat din PVC se montează înainte de turnarea pardoselii. Conducta de legătură a sifonului la coloana de canalizare se execută din țeavă din PVC, polipropilenă sau polietilenă. Pentru a evita infiltrațiile de apă, sifonul combinat este prevăzut cu un guler din material plastic, deasupra

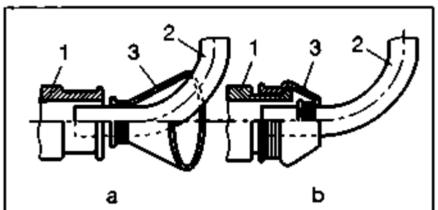


Fig. 3.9.21. Legarea țevii de spălare la vasul closetului:
a - fixarea pe țeava de spălare;
b - fixarea de ștuțul vasului de closet;
1 - ștuț de racordare al vasului; 2 - capăt curbat al țevii de spălare; 3 - manșetă din cauciuc.

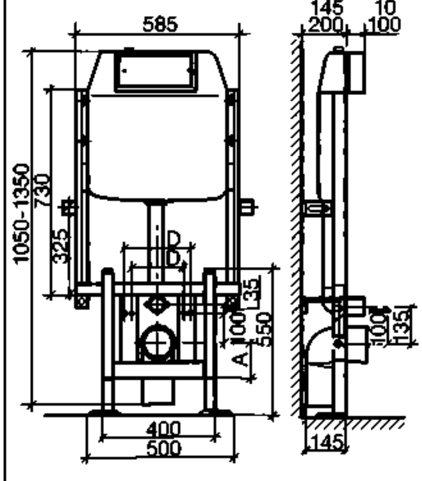


Fig. 3.9.22. Sistemul bloc de racordare la canalizare a vasului de closet suspendat pe un perete ușor.

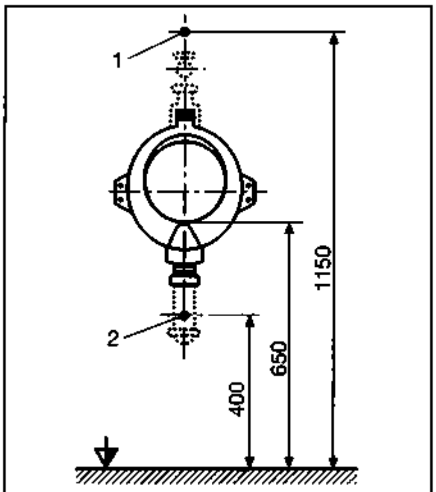


Fig. 3.9.23. Montarea vasului de pisoar pentru adulți:
1 - axa conductei de apă;
2 - axa conductei de curgere.

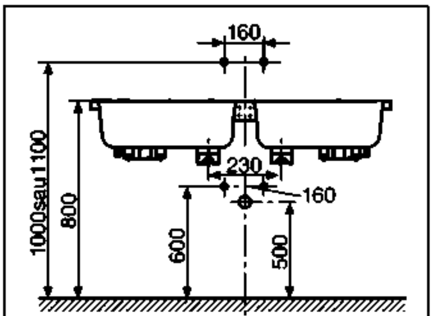


Fig. 3.9.24. Montarea spălătoarelor pentru vase.

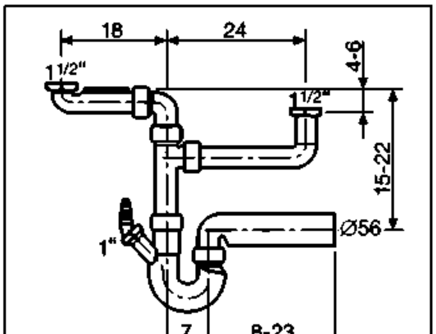


Fig. 3.9.25. Furnitură pentru racordarea la canalizare a spălătoarelor de bucătărie și a mașinii de spălat vase, cu țeavă din polipropilenă.

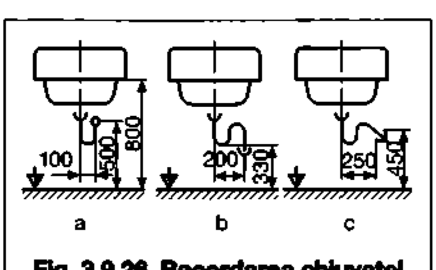


Fig. 3.9.26. Racordarea chiuvetei la conducta de curgere:
a - țeavă de curgere îngropată;
b - țeavă de curgere aparentă, verticală;
c - țeavă de curgere aparentă, înclinată.

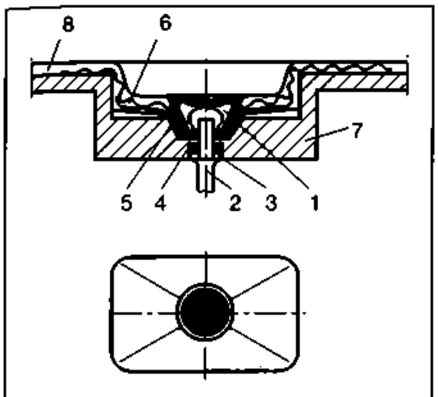


Fig. 3.9.27. Montarea sifonului de pardoseală, simplu, cu ieșire verticală:
1 - sifon; 2 - tub din fontă cu mufă; 3 - chit siliconic ; 4 - plumb ștemuit; 5 - bitum; 6 - hidroizolație; 7 - placă din beton; 8 - mozaic.

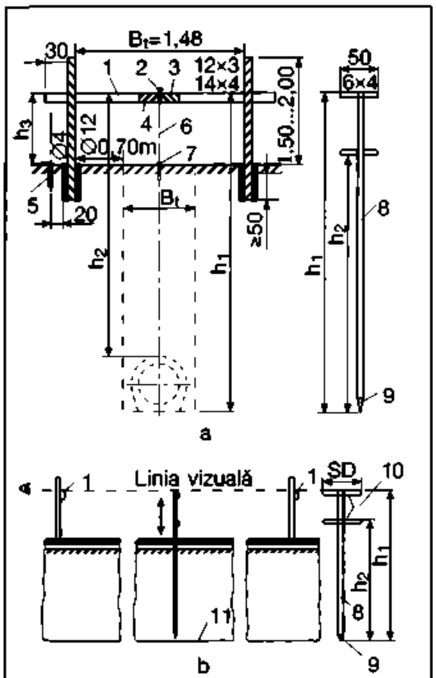


Fig. 3.9.28. Rigle de trasare:
a - secțiune transversală; b - profil în lung;
1 - riglă de trasare; 2 - cui de centrare; 3 și 4 - porțiuni vopsite în alb, respectiv în roșu; 5 - țăruș de nivelment; 6 - fir cu plumb; 7 - țăruș de axă; 8 - vizor mobil; 9 - sabot; 10 - rigle de vizare; 11 - fundul șanțului.

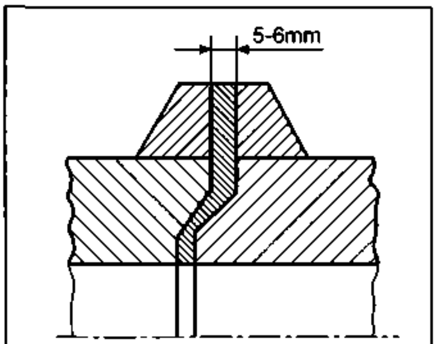


Fig. 3.9.29. Etanșarea tuburilor cu cep și buză.

căruia se fixează stratul de hidroizolație peste care se toarnă apoi șapa din beton a pardoselii.

Panta pardoselii trebuie să pornească din toate colțurile încăperii către sifonul de pardoseală și să fie uniformă, astfel ca apele scurse pe pardoseală să nu stagneze, deoarece pot degrada tavanele și pereții.

Sifonul de pardoseală, simplu, cu ieșire verticală (fig. 3.9.27) se montează, de regulă, în spălătorii, camere cu dușuri etc., în care debitele mari de apă colectate de pe pardoseală sunt evacuate prin grătarul sifonului și prin racordul vertical, direct în coloana de canalizare. Sifonul se fixează cu bitum cald în gaura efectuată în placa din beton (fig. 3.9.27). Racordul vertical al sifonului se introduce în mufa tubului de canalizare și se îmbină prin ștemuire cu frânghie gudronată și etanșată cu plumb topit. Pentru evitarea infiltrațiilor de apă, deasupra betonului de pantă se așază un strat de pânză gudronată, peste care se pune o plasă de rabiț și apoi se toarnă mozaicul pardoselii respective.

La sifoanele de plintă executate din PVC, îmbinarea racordurilor de scurgere de la cada de baie și lavoar, precum și racordul sifonului la coloană se execută prin lipire cu adeziv.

3.9.4. Montarea receptoarelor de ape meteorice

Tehnologia de montare a receptorului de ape meteorice conține 2 faze și anume: montarea receptorului propriu-zis și executarea termohidroizolației.

Montarea receptoarelor de ape meteorice pe terase executate din beton se poate face numai după ce, în prealabil, se execută o barieră de vapori din carton bituminat sau dintr-o folie din poliesteri cu dimensiunile 1x1 m, în care se practică golul de introducere a receptorului. Gulerul ștuțului de racord al receptorului are rolul de a evita infiltrația apei de ploaie pe lângă receptor și hidroizolație în interiorul clădirii. În jurul receptorului se execută o termohidroizolație, iar spațiul rămas liber între receptor, termohidroizolație și elementul de acoperiș din beton se etanșează cu mortar de ciment.

3.9.5. Executarea rețelelor exterioare de canalizare din ansambluri de clădiri

3.9.5.1 Trasarea și executarea șanțurilor pentru montarea tuburilor de canalizare

Axa șanțului se trasează cu ajutorul jaloanelor. Pentru a se verifica adâncimea săpăturii, de o parte și de alta a viitoarei săpături, se bat 2 stâlpi (fig. 3.9.28) uniți printr-o riglă de trasare orizontală.

Înainte de începerea coborârii tuburilor în șanț, se verifică adâncimea șanțului cu un vizor mobil.

Săparea șanțului se execută manual sau mecanizat, din aval către amonte, pentru a asigura evacuarea apelor de infiltrație.

3.9.5.2 Montarea conductelor (tuburilor) de canalizare

După coborârea tuburilor în șanț se verifică panta, care trebuie să corespundă cu cea dată în proiect. În cazul în care nu sunt montate rigle de trasare, verificarea se face cu instrumente topometrice (la trasee lungi) sau cu nivela cu bulă de aer (pentru trasee scurte).

Tuburile din beton cu mufă se îmbină

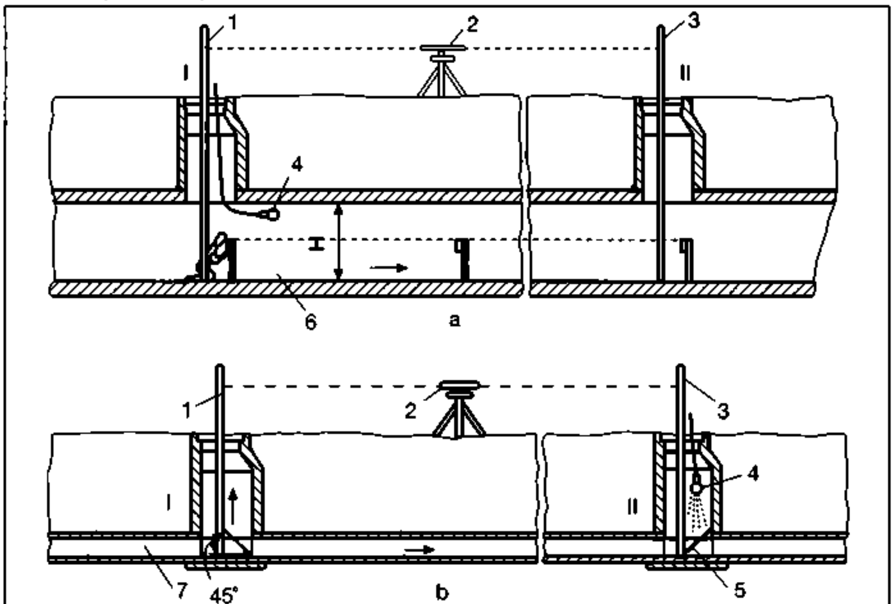


Fig. 3.9.30. Verificarea conductelor de canalizare în vederea recepției:
a - canale vizitabile; b - canale nevizitabile;
1 și 3 - mire topografice; 2 - instrument de nivelment; 4 - surse de lumină; 5 - oglindă; 6 - canal vizitabil (H 1,80 m); 7 - canal nevizitabil; I și II - cămine de vizitare.

introducând capătul drept al tubului în mufa tubului ce se află montat. Atât săpătura, cât și montarea tuburilor începe de la capătul din aval al rețelei; tuburile se montează cu gura mufei către amontele rețelei.

În rostul dintre tuburile cu cep și buză se introduce un strat de mortar din ciment fin și nisip (fig. 3.9.29) care apoi se protejează în exterior cu un guler de beton.

Mufa tuburilor din gresie ceramică se etanșează cu frânghie gudronată și bitum turnat fierbinte.

Adâncimea de montare a tuburilor de canalizare exterioară se determină în funcție de următoarele elemente:

- cota de ieșire a conductelor de canalizare din interiorul clădirilor, care determină cota radierului (fundului) căminului de racord la canalizarea exterioară;
- cota de îngheț a pământului care variază între 0,8 și 1 m pentru diferite zone climatice din țară;
- pantele de montare a tuburilor exterioare de canalizare, care trebuie să asigure curgerea apelor uzate cu nivel liber; datorită pantei de montare, adâncimea de montare a tubului de canalizare crește în lungul traseului conductei;
- ordinea unor obstacole naturale sau coborârea cotei de amplasare a tuburilor de canalizare la intersecția cu traseele altor tipuri de rețele exterioare, cum sunt cele de alimentare cu apă rece sau caldă, canale termice, conducte pentru transportul gazelor naturale, cabluri electrice sau telefonice etc.

3.9.5.3 Executarea construcțiilor accesorii ale rețelelor exterioare de canalizare

Căminele de vizitare, de rupere de pantă etc. sunt lucrări de construcții la care instalatorul are numai rolul de a verifica cotele de execuție și racordurile conductelor, care trebuie să corespundă datelor din proiect. Căminele de canalizare se execută din zidărie de cărămidă sau din beton și sunt prevăzute cu capace metalice montate pe rame încastrate în beton.

Pentru accesul personalului de exploatare în cămin, sunt prevăzute trepte metalice din oțel încastrate în pereții căminului.

3.9.6. Probarea și recepția instalațiilor de canalizare

3.9.6.1 Instalațiile interioare

Cele de canalizare a apelor uzate menajere se supun probelor de etanșeitate și de funcționare.

Proba de etanșeitate necesită umplerea instalației cu apă, până la nivelul de refulare prin obiectele sanitare, după care se controlează toate punctele de îmbinare. Punctele de îmbinare ce se închid cu măști, se încearcă pe parcursul lucrării, înainte de închiderea acestora.

În cazul instalațiilor executate cu tuburi din fontă de scurgere, se controlează întreg traseul în scopul de a descoperi eventuale pierderi prin pori.

Proba de funcționare se execută prin punerea în funcțiune a obiectelor sanitare. Cu prilejul încercării de funcționare se controlează și pantele, piesele de curățire, susținerile conductelor etc.

Instalațiile interioare de canalizare a apelor meteorice se supun, de asemenea, probelor de etanșeitate și funcționare.

În prezent se utilizează dispozitive cu laser pentru verificarea pantei și aliniatoarelor.

Proba de etanșeitate necesită umplerea instalației cu apă pe înălțimea coloanelor și verificarea tuturor îmbinărilor.

Proba de funcționare constă în a se verifica dacă se evacuează întreaga cantitate de apă de pe suprafața colectoare, respectiv dacă funcționează fiecare receptor.

3.9.6.2 Instalațiile exterioare de canalizare

La canalele vizitabile (fig 3.9.30 a) verificarea pantei și aliniamentelor se face prin observare directă.

La canalele nevizitabile (fig. 3.9.30 b) se verifică aliniamentele cu ajutorul oglinzilor. Pantele canalului se măsoară printr-un nivelment legat de bornele de repere ale canalizării.

Abaterile limită de execuție admise la pantele canalului [cm/100 m] trebuie să fie egale cu panta din proiect [mm/m] sau [%]; de exemplu dacă panta din proiect este de 0,3 %, este permisă o abatere limită de ± 3 cm la 100 m.

Cotele radierului canalului nu trebuie să difere cu mai mult de ± 5 cm față de cotele din proiect. Se efectuează cel puțin 2 verificări la fiecare 100 m canal.

În prezent se utilizează aparate cu laser pentru verificarea pantei și aliniamentelor.

Proba de etanșeitate a unui tronson de canal se execută după verificarea pantei și înainte de astuparea tranșeei.

La canalele cu tuburi din beton sau din bazalt cu mufe ștemuite cu frânghie gudronată, pentru verificare se umple tronsonul cu apă la înălțimea de 1 m deasupra crestei canalului de la capătul din amonte (fig.3.9.31).

Tronsoanele de canal supuse probei se țin sub presiune timp de 20 min; pe măsură ce apa scade, se reumple canalul cu un vas etalon. Cantitatea de apă adăugată nu trebuie să depășească debitul 0,05 l/s pentru fiecare 100 m lungime de canal.

La canalele executate din beton și îmbinate prin cep și buză se face proba de etanșeitate prin umplere cu apă până la gradul de umplere $u=h/d=0,5$.

După efectuarea probelor rețelei de canale și verificarea execuției tuturor construcțiilor anexe, rețeaua exterioară de canalizare poate fi recepționată.

3.9.7. Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de canalizare

Asigurarea funcționării permanente și în condiții corespunzătoare a instalațiilor de canalizare se face printr-un serviciu organizat de exploatare și întreținere.

Exploatarea și întreținerea tehnică a instalațiilor exterioare de canalizare revine regiilor de apă și canalizare ale localităților. Pentru instalațiile interioare de canalizare, beneficiarii acestora își organizează un sistem propriu de întreținere și exploatare.

Pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de canalizare se recomandă următoarele:

- operațiile de exploatare și întreținere să fie efectuate numai de personal calificat și instruit în privința cunoașterii și aplicării normelor de tehnica securității și protecția muncii;
- unitatea de exploatare și întreținere să aibă la dispoziție proiectul (inclusiv schema tehnologică) instalației;
- orice modificare (extindere, modernizare etc.) să fie efectuată numai cu avizul proiectantului și cu respectarea legislației tehnice în vigoare.

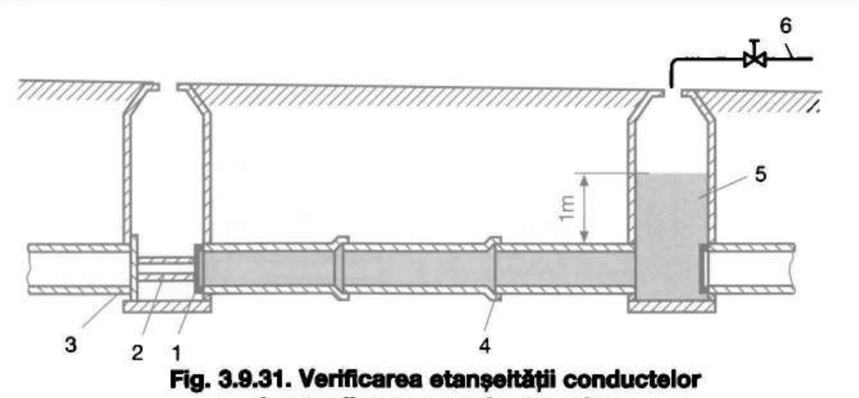


Fig. 3.9.31. Verificarea etanșeității conductelor de canalizare cu mufe ștemuite:
1 - capac etanș; 2 - elemente pentru fixarea capacului; 3 - traversă; 4 - conductă ce se probează; 5 - căminul din amonte; 6 - racord pentru umplerea căminului.

I. Instalații sanitare

Capitolul 4
Instalații sanitare pentru folosință publică

4.1. Bazine de înot (piscine)

Pot fi amplasate în interiorul clădirilor (bazine acoperite) sau în aer liber și pot avea următoarele utilizări: practicarea natației; efectuarea unor tratamente balneare; agrement. În funcție de utilizare, apa din bazinele de înot trebuie să aibă anumiți indicatori de calitate, pentru realizarea cărora sunt necesare instalații de tratare a apei.

4.1.1. Categorii de bazine de înot

După utilizări și dimensiuni, bazinele de înot se clasifică astfel:

- de înot cu dimensiunile stndard L x l x h, unde L = 25; 50 m, l = 12,5; 25 m, h = 1,6... 2,2 m; lățimea minimă a unui culoar este de 2,5 m, iar culoarele laterale au o lățime cu cel puțin 0,5 m mai mult;
- de polo pentru competiții sportive;
- pentru sărituri de la platforme, de 10m și de 5m; în vederea micșorării impactului cu apa a corpului săritorului, se recomandă montarea de instalații pentru insuflarea de aer pe fundul bazinului;
- bazine multifuncționale, care găzduesc competiții internaționale și naționale (polo, înot, sărituri), cursuri de înot ți sport de performanță; Pentru utilizarea în diferite scopuri, o porțiune a bazinului are adâncime variabilă, asigurată printr-

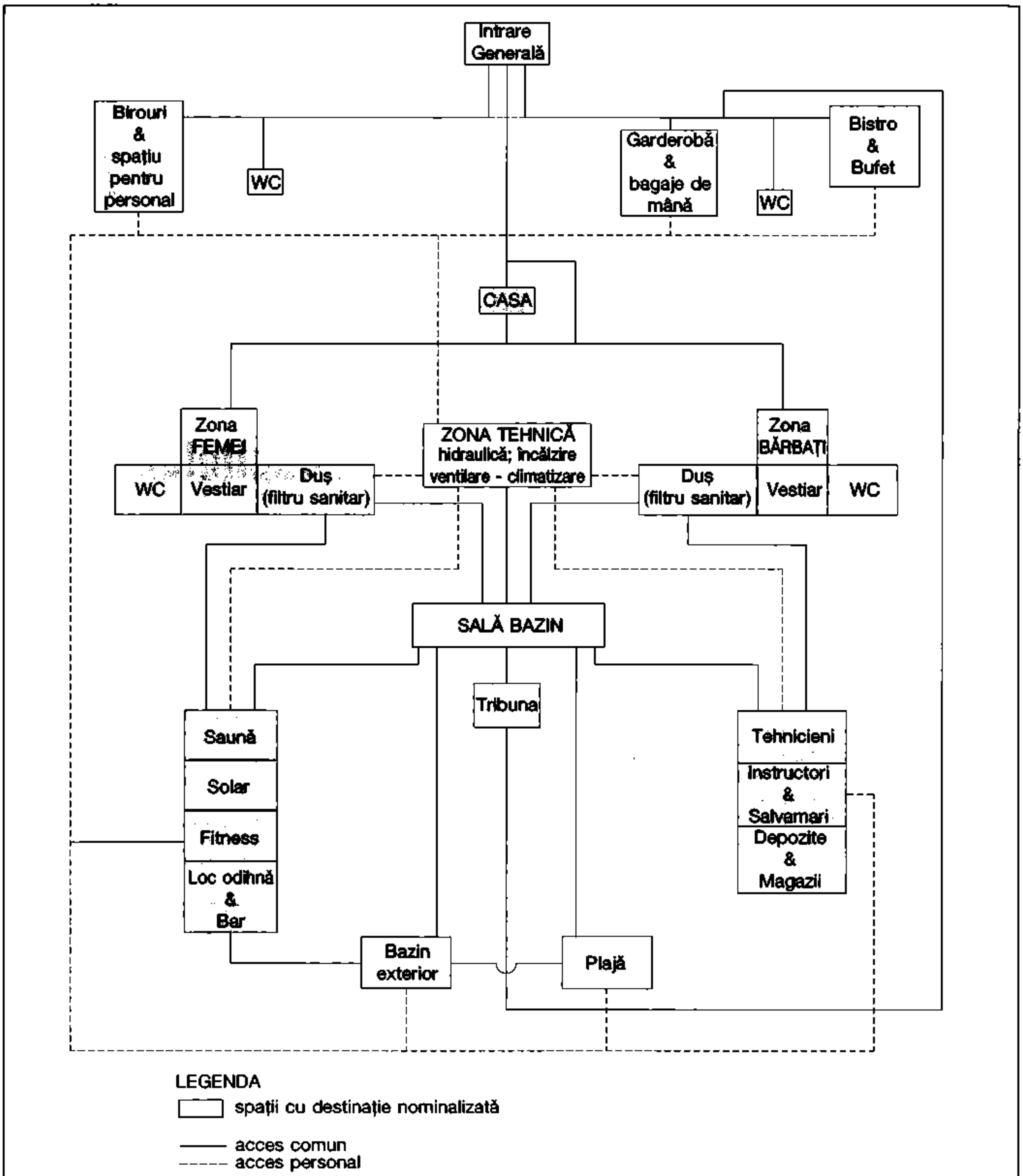


Fig. 4.1.1. Schema funcțională a unui bazin de înot

un radier glisant, care poate fi acționat cu scripeți sau cricuri hidraulice;
- ștranduri, având ca destinație agrementul;
- bazine de hidratare de la saune sau băi de abur;
- băi termale și pentru tratamente, la care este asigurat accesul și pentru persoanele cu dizabilități loco-motorii;

Schema funcțională a unui bazin de înot, este prezentată în fig. 4.1.1.

În fig. 4.1.2. se prezintă bazinul de înot de la Clubul Floreasca din București.

4.1.2. Calitatea apei din bazinele de înot

Exigențele calitative impuse apei din bazinele de înot sunt reglementate prin norme sanitare specifice și se referă la valorile parametrilor fizicochimici și bacteriologici, în funcție de destinațiile bazinelor; parametrii sunt:
- fizici:
  - temperatura: 23...24°C, pentru bazinele de înot amplasate în aer liber; 25...28°C, pentru piscine acoperite;
  - turbiditatea: 1...5° Si normală și 10° Si maxim admisibilă;
  - culoare: 2...5 grade culoare normală și 15 grade culoare maximum admisibilă;
  - suspensii decantate: 0,5 mg/m^3, la 2 h;
- chimici:
  - concentrația ionilor de hidrogen, pH: 7,2...7,8 la dezinfecția cu clor; 7,5...8,2 la dezinfecția cu brom;
  - alcalinitatea ($CaCO_3$): 85...88 mg/l;
  - nitriți (NO_3): max. 0,2 mg/l;
  - substanță organică (KMnO): max. 2 mg/l față de apa de alimentare;
  - clor rezidual: max. 0,5 mg/l;
  - trihalometan: 0...20 μg/l;
  - potențial REDOX: 700 mV;
- parametrii bacteriologici (numărătoare la 37°C):
  - număr total de germeni: 300/cm^3 la piscine în circuit deschis; 100/cm^3 la piscine cu recirculare;
  - bacili coliformi: max. 50/cm^3 la piscine în circuit deschis; max. 20/cm^3 la piscine cu recirculare;
  - streptococi fecali, la 100 ml: max. 5;
  - Escherichia coli: absent;
  - stafilococi patogeni: absent.

Controlul calității apei trebuie să fie făcut de către laboratoare de specialitate, agreate de organele de inspecție sanitară.

Schimbarea integrală a volumului de apă din bazine se face ori de câte ori conținutul total de cloruri depășește concentrația de 200 mg/l.

Lipsa controlului calității apei din bazinele de înot, este deosebit de periculoasă pentru utilizatori datorită faptului că se pot transmite o serie de boli atât prin apa din bazin cât și prin mediu, mobilier etc.

În tabelul 4.1.1. se prezintă felul agenților

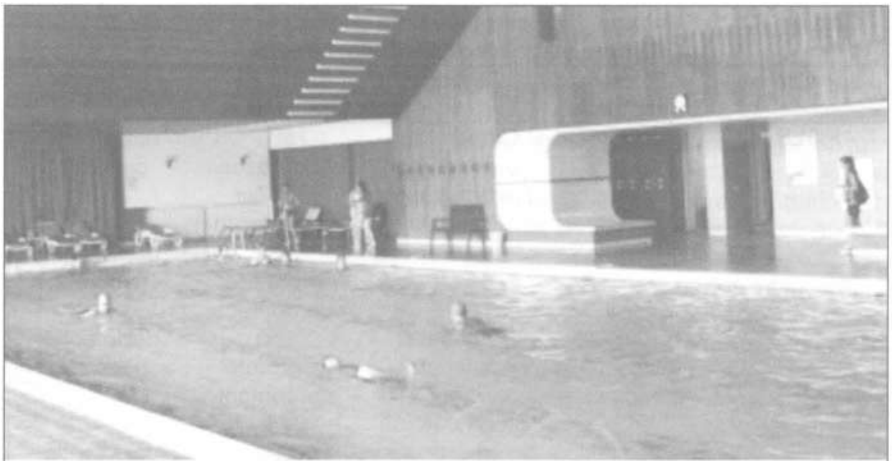


Fig.4.1.2. Bazinul de înot de la Clubul Floreasca din București

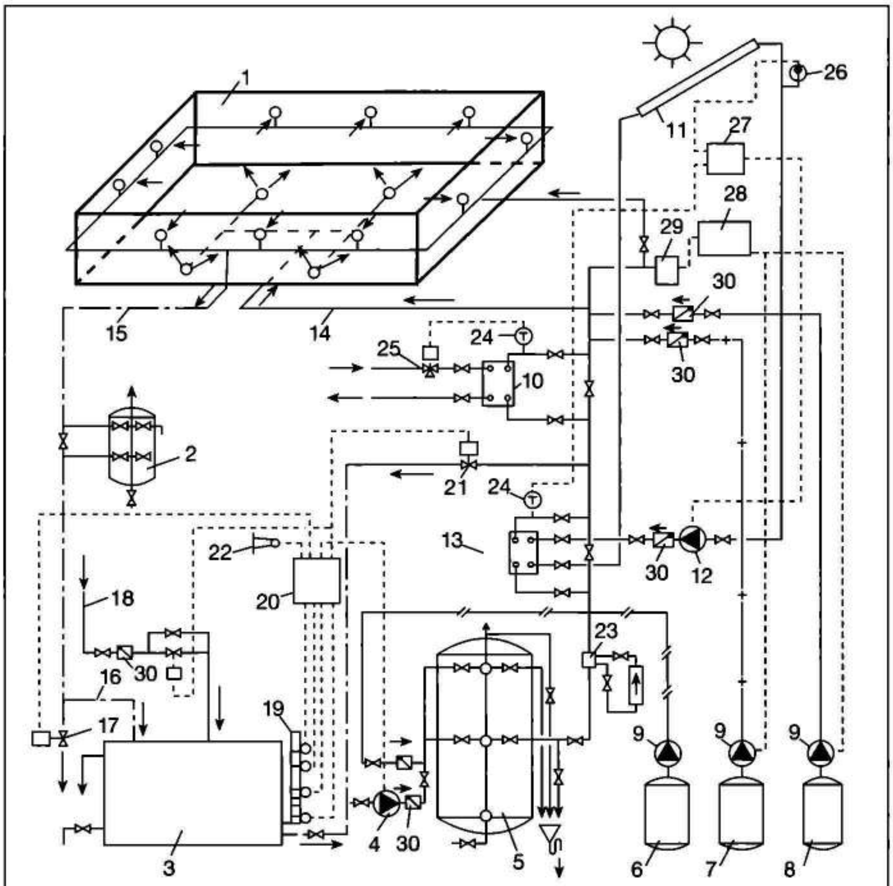


Fig. 4.1.3. Instalația de tratare a apei pentru un bazin de înot:
1 - bazin de înot; 2 - prefiltru (filtru de păr); 3 - rezervor de acumulare (de compensare a debitului); 4 - pompă; 5 - filtru sub presiune; 6 - rezervor cu coagulant pentru flocularea suspensiilor; 7 - rezervor cu soluția de clor; 8 - rezervor cu reactiv chimic pentru corectarea pH-ului apei; 9 - pompă dozatoare; 10 - schimbător de căldură cu agent termic apă caldă sau fierbinte; 11 - panou solar; 12 - pompă în circuit solar; 13 - schimbător de căldură cu agent termic solar; 14 - conductă pentru introducerea apei în bazin; 15 - conductă pentru evacuarea apei din bazinul de înot; 16 - conductă pentru apă recirculată; 17 - robinet cu ventil acționat de motor electric pentru evacuarea apei la canalizare; 18 - conductă pentru apă proaspătă (de adaos); 19 - nivostat; 20 - aparat pentru reglarea automată a nivelului în rezervorul de compensare a debitului; 21 - robinet cu ventil acționat de motor electric la comanda nivostatului (la nivel minim); 22 - hupă (semnalizarea acustică) la nivel maxim da alarmă; 23 - aparat pentru reglarea vitezei de filtrare a apei; 24 - termostat; 25 - robinet cu 3 căi acționat de motor electric; 26 - termostat solar; 27 - aparat pentru acționarea automată a pompei din circuitul solar; 28 - aparat pentru acționarea automată a pompelor dozatoare; 29 - traductor de debit, pH și buclă de măsurare redox; 30 - robinet cu ventil de reținere.

Tabelul 4.1.1. Felul agenţilor patogeni care pot exista în bazinele de înot la care nu se efectuează dezinfecţia.

Localizare	Efecte/ Simptome	Cauzatori	Mod de transmitere	Protecţie
PIELE	infectare/ infestare cu ciuperci	Ciuperci tip: Trichophyton Epidermophyton Candida	apă căi de acces mobilier (bănci, scaune)	dezinfecţie generală
	negi (la picioare)	virusul Papova	apă suprafeţe de contact	dezinfecţie generală
	virus POX Malluscum contagiosum	umflături cutanate negi (zona cotului)	apă suprafeţe de contact	dezinfecţie generală
	Mycrobacterium aquqticum (marinum, balnei)	dureri articulare şi nazale	apă	dezinfecţie (2,35 mg/l, Cl)
	Pseudomonas aeruginosa	mâncărimi înroşiri alergii	apă caldă (≥ 30°C)	dezinfecţie (3 mg/l, Cl)
URECHE	Staphylococcus aureus Pseudomonas aeruginosa	otite externe iritare ureche internă	apă şi contact	dezinfecţie generală şi igienă personală
OCHI	Chlamidia & germeni infecţioşi Clor în exces	iritare	subtanţe urogenitale clor rezidual în exces	dezinfecţie (0,5 mg/l, Cl)
	adenovirusuri	iritare (ochi şi gât)	apă	dezinfecţie
STOMAC & ORGANE INTERNE	Salmonella, Shigella, Yersinia, Campylobacter, Echovirusuri etc.	diaree febră scaun cu sânge	apă	dezinfecţie
ORGANE UROGENITALE	Corynebacterii Chlamidia Trichomonas vaginolis (ciupercă)	dureri scurgeri	apă contact	dezinfecţie
SISTEM NERVOS CENTRAL	Virus herpes	meningită	mediu	dezinfecţie (moderată)

patogeni care pot exista în bazinele de înot în cazul în care nu se iau măsuri pentru respectarea condiţiilor igienice. În tabel se prezintă localizarea infecţiilor, efectele/simptomele care apar, factorii cauzatori ai infecţiilor, modul de transmitere şi modul de protecţie.

Alimentarea cu apă a bazinelor de înot se poate realiza din:

- reţeaua publică de distribuţie, care oferă garanţii calitative;
- surse naturale locale (ape de suprafaţă, izvoare, pânza freatică etc.) în care caz apa trebuie tratată, dacă este cazul, pentru a corespunde normelor igienicosanitare.

Pentru tratamente balneare se pot utiliza ape termale, cu proprietăţi curative, bogate în substanţe minerale sau apă de mare. Utilizarea acestor ape nu necesită o tratare chimică prealabilă ci numai filtrarea pentru reţinerea nisipului fin antrenat de apă. Atât apele termale, cât şi apa de mare, au o puternică acţiune corosivă asupra materialelor metalice din care sunt construite conductele, armăturile şi aparatele, fiind necesare măsuri speciale de protecţie anticorosivă sau utilizarea de conducte şi armături din mase plastice.

4.1.3. Soluţii constructive şi scheme de realizare a instalaţiilor hidraulice pentru bazine de înot

4.1.3.1 Schema generală a instalaţiilor de tratare a apei

Pentru a corespunde condiţiilor de calitate, apa din bazinele de înot este supusă la 3 procese principale de tratare, şi anume: filtrarea, încălzirea şi sterilizarea, după cum se arată în schema generală a instalaţiei (fig. 4.1.3).

Apa poluată este evacuată din bazin printr-o conductă, o parte fiind eliminată la canalizare, iar restul (cea mai mare parte) recirculată în instalaţia de tratare, fiind trecută mai întâi printr-un prefiltru numit şi filtru de păr sau filtru grosier. Apa prefiltrată, amestecată cu apă proaspătă într-un rezervor de acumulare pentru completarea debitului necesar în instalaţie, este preluată cu o pompă şi refulată într-un filtru închis sub presiune prevăzut cu un aparat pentru reglarea vitezei de filtrare. Pentru flocularea suspensiilor coloidale şi deci creşterea eficienţei procesului de filtrare, se introduce în apă, înainte de intrarea în filtru, o substanţă coagulantă. Apa filtrată este parţial (sau total) încălzită într-un schimbător de căldură folosind agent termic primar apă caldă din sistemul de încălzire sau apă fierbinte. Când sunt condiţiile climatice favorabile, apa poate fi încălzită într-un schimbător de căldură racordat la un circuit solar. Pompa din circuitul solar este acţionată automat în funcţie de temperaturile apei din acest circuit, respectiv a apei din circuitul bazinului de înot. După încălzire şi înainte de intrarea apei în bazin, se introduce în apă o cantitate determinată de clor, cu o pompă dozatoare. Pentru corectarea pH-ului apei se introduce un reactiv chimic, de asemenea, cu o pompă dozatoare. Procesul de tratare chimică a apei este controlat cu un sistem de pH-metru şi redox-metru, racordate la un tablou central de comandă a pompelor dozatoare.

Circulaţia apei în bazin şi între acesta şi instalaţiile de tratare prezintă o importanţă deosebită pentru alimentarea locală cu apă tratată în funcţie de caracteristicile constructive şi funcţionale ale bazinului.

Soluţionarea adecvată a sistemului de circulaţie asigură, în egală măsură, difuzia uniformă a dezinfectantului în întreaga masă de apă, precum şi preluarea rapidă şi eficientă a poluanţilor, evitând formarea zonelor stagnante favorabile proliferării germenilor patogeni.

Folosind dispozitive şi echipamente adecvate, mişcarea apei în bazin se poate realiza în unul din următoarele moduri de circulaţie:

- prioritar descendentă, respectiv cu injecţia debitului recirculat la partea superioară a bazinului şi preluarea apei de la fund;
- ascendentă, respectiv injecţie la nivelul radierului printr-un canivou axial sau un sistem de injecţie de fund şi preluare integrală pe la partea superioară a bazinului;
- mixtă, la care evacuarea apei se face atât de la suprafaţă cât şi de la fundul bazinului.

4.1.3.2. Dispozitive de preluare de suprafaţă: deversoare, sparge - val, rigole, skimmere

Pereţii bazinului sunt prevăzuţi cu diferite sisteme constructive de disipare (spargere) a valurilor şi de colectare şi evacuare a apei (fig. 4.1.4), cu scări de ac-

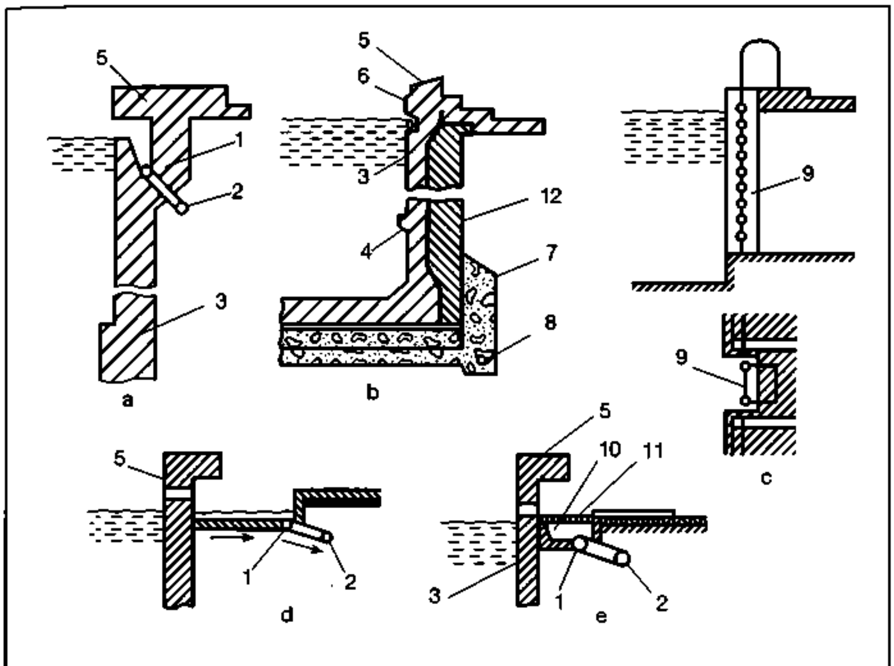


Fig. 4.1.4. Sisteme constructive pentru disiparea energiei valurilor la bazine de înot:
a - disipator de energie a valurilor cu cameră de preaplin pe lățimea peretelui bazinului; b - disipator cu izolație racordat la un perete de drenare cu conducta de drenare montată la radier; c - scară de acces în bazin; d - preaplin tip fantă cu deversare în rigolă; e - preaplin tip fantă cu deversare la un canal de drenare;
1 - dispozitiv de scurgere; 2 - conductă; 3 - peretele bazinului; 4 - prag (rebord); 5 - bord; 6 - corpul disipatorului; 7 - pietriș; 8 - conductă de drenaj; 9 - scară; 10 - canal; 11 - grătar; 12 - izolație hidrofugă.

ces și alte detalii, în funcție de destinația bazinului.

Dispozitivele tip skimer asigură reglarea automată a nivelului și recircularea debitului în bazin și spre stația de tratare. Ele sunt prevăzute cu deversoare reglabile pentru nivel și cu coșuri filtrante pentru reținerea impurităților. Se realizează într-o gamă variată de modele și dimensiuni în funcție de materialul utilizat și de tipul piscinei. Pentru piscinele cu caracter privat se prevede, în general, 1 skimer pentru 25...35 m^2 de oglindă de apă, în timp ce pentru piscinele publice, cu suprafață totală mai mare de 150 m^2, 1 skimer pentru 40 m^2 de oglindă de apă, în condițiile asigurării unor debite unitare de ordinul a 6...10 m^3/h pentru 1 skimer. Amplasarea lor se face la distanțe de maximum 10 m și respectiv 3 m față de colțurile bazinului. Apa evacuată prin dispozitivele de descărcare de suprafață poate fi preluată prin intermediul mai multor coloane legate la o conductă de colectare sau direct de la extremitățile rigolelor/jghiaburilor. Este important ca descărcarea să se facă gravitațional, iar racordarea la instalația de tratare să se realizeze prin intermediul unei rezerve tampon, cu rol de compensare, al cărui volum util reprezintă circa 10 % din debitul de recirculare.

4.1.3.3 Prize de aspirație

Pentru asigurarea condițiilor de recirculare și de omogenizare a întregului volum de apă, la bazinele de înot de dimensiuni mari se prevăd, în pereții laterali, prize de aspirație imersate, dreptunghiulare, cu dimensiuni de 75x150 mm sau circulare cu diametrul de 40...50 mm. Poziționarea acestora se face între skimere, la adâncimea de circa 150 mm sub nivelul liber al apei. Dispozitivele sunt racordate la conductele de recirculare.

4.1.3.4 Prize de fund (piese de evacuare)

Prin intermediul acestor prize, apa este preluată de la partea inferioară a bazinului, asigurând golirea acestuia și favorizând amestecul masei de apă prin mișcare descendentă, precum și antrenarea și evacuarea impurităților grosiere sedimentate. Este recomandabil ca cel puțin 10 % din debitul de recirculare să fie preluat de la partea inferioară.

Prizele de fund se echipează cu dispozitive antivortex și cu grătare de protecție. Interspațiile grătarelor se limitează la maximum 10 mm, iar viteza de acces a apei în priză, la maximum 0,5 m/s. Din considerente de securitate se recomandă ca dimensionarea prizelor de fund să se facă pentru viteze de 0,2 m/s, prevăzându-se, în funcție de mărimea bazinului și debitul de recirculare, 2...4 puncte de preluare, amplasate de preferință jos, pe direcție transversală. Ariile suprafețelor dispozitivelor de preluare trebuie să fie egale cu 6...10 ori aria secțiunii transversale a conductei de racordare.

Din punct de vedere constructiv, prizele de fund se realizează într-o gamă variată de tipodimensiuni, cu formă circulară sau dreptunghiulară, din materiale plastice, metalice, inoxidabile etc.

4.1.3.5 Duze de injecție

Sunt dispozitive fixe sau orientabile prin intermediul cărora se reinjectează apa în bazin. În funcție de mișcarea apei în bazin, aceste duze pot fi orientate în sus, spre skimere sau rigole, ori în jos, către prizele de fund. Poziționarea acestor dispozitive se face în pereții bazinului, la minimum 30 cm sub nivelul liber al apei, pe unul sau două niveluri, în funcție de adâncime, sau pe radierul bazinului.

La piscinele cu dimensiuni reduse se prevede o duză la 50 m^2 de oglindă de apă sau, în funcție de capacitatea bazinului, o duză la 70 m^2.

Pentru bazinele cu suprafață mai mare de 150 m^2 ori cu o lungime mai mare de 20 m sau lățime peste 10 m, se recomandă amplasarea duzelor de injecție perimetral, la intervale de 5,0 m.

Recircularea apei în bazine se poate face și prin inermediul unor dispozitive speciale, de tip ornamental, integrate în mod corespunzător.

Tabelul 4.1.2. Valorile debitului specific de recirculare a apei din bazine de înot (piscine) de agrement și timpul maxim de recirculare a întregului volum de apă din bazine

Debitul specific de recirculare $\dot{V}_s$ [m^3/h·m^2 bazin]	Frecvența maximă instantanee [pers./m^2 bazin]	Timpul maxim de recirculare a întregului volum de apă din bazin t_r [h]
0,4	≤ 2/3	4
0,5	2/3...1	4
0,6	>1	4*

* Observație: înălțimea bazinului $H_{bazin} \leq 1{,}3$ m

Tabelul 4.1.3. Valorile suprafețelor specifice normate, f_s, [m^2·h/pers.], pentru bazine de înot destinate sportului

Destinația bazinului	Suprafața specifică [m^2·h/pers.]
Școală înot	5...10
Întreceri sportive	10...12
Sărituri	3...4,5
Polo pe apă	15...43

4.1.3.6 Dispozitive (echipamente) pentru înot în contracurent

Servesc pentru formarea jeturilor subacvatice fiind, în același timp, generatoare de valuri. În principiu, apa aspirată din bazin de către o pompă este reinjectată cu presiune mare prin una sau mai multe duze orientabile.

Opțional, jeturile de apă pot fi aerate, pentru masaj hidroterapeutic.

Acest gen de dispozitive (echipamente) se produc în multiple variante funcționale și constructive, integrate sau atașate bazinului, cu debite cuprinse între 15 și 65 m^3/h.

4.1.3.7 Dispozitive (echipamente) pentru hidroterapie

Atât la bazinele pentru tratamente balneare, cât și la unele piscine familiale sau de agrement, se prevăd dispozitive pentru formarea jeturilor emulsionate de masaj. Se amenajează sub formă de bandouri amplasate la perete sau pe radier, apa și aerul fiind distribuite cu presiune redusă (limitată).

4.1.3.8 Dispozitive (echipamente) pentru spălarea bazinelor de înot

În perioadele de neutilizare, materiile în suspensie sedimentează pe fundul bazinului. Pentru a evita reantrenarea lor în apă, este necesar ca între două utilizări succesive să se procedeze la spălarea bazinului și îndepărtarea depunerilor, folosind aspiratoare speciale, care funcționează cu apă din piscină. În lungul pereților se prevăd prize speciale la care se branșează racordurile elastice ale aspiratoarelor. Aceste prize sunt legate printr-o conductă perimetrală la aspirația unei pompe fixe echipată cu prefiltru. În mod obișnuit grupul de pompare pentru spălare trebuie să fie distinct de cel utilizat pentru recircularea apei.

Pentru spălarea bazinelor se mai pot folosi agregate mobile de tip monobloc, echipate cu pompă și prefiltru la care se branșează direct racordurile flexibile ale aspiratorului, sau aspiratoare de piscină cu pompe submersibile, care refulează apa în afara bazinului printr-o conductă autoflotantă ori o recirculă în bazin după o prealabilă filtrare printr-un cartuș filtrant integrat în aspirator.

4.1.4. Dimensionarea instalațiilor hidraulice ale bazinelor de înot

4.1.4.1 Debitul de calcul

Debitul de recirculare a apei se determină în funcție de nivelul de solicitare a bazinului de înot, exprimat prin:

- frecvența maximă instantanee de ocupare, reprezentând numărul maxim de utilizatori ce se pot găsi simultan în bazin (piscină);
- frecvența maximă zilnică, reprezentând numărul total de persoane care frecventează piscina zilnic.

Pentru bazinele de înot (piscine) de agrement, frecvența maximă instantanee are următoarele valori:

- bazine pentru copii: 0,5 pers./m^2 de suprafață de apă;
- bazine pentru elevi la școli sau cursuri de înot: 0,35 pers./m^2 de suprafață de apă;
- bazine de înot și ștranduri: 0,2 pers./m^2 de suprafață de apă;
- bazine pentru relaxare în apă caldă: 0,2 pers./m^2 de suprafață de apă; se majorează cu până la 2,5 în cazul tratamentelor;
- bazine acoperite: 1 persoană pentru 1 m^2 suprafață de apă;
- bazine în aer liber: 3 persoane pentru 2 m^2 suprafață de apă.

Debitul specific de recirculare a apei din bazinele de înot pentru agrement $\dot{V}_r$ [$m^3/h \cdot m^2$ bazin] și timpul maxim de recirculare a întregului volum de apă din bazin t_r [h] au valorile recomandate în tabelul 4.1.2.

Debitul total de apă recirculată (necesar pentru dimensionarea instalațiilor hidraulice), în cazul bazinelor de agrement, se calculează cu relația:

$$\dot{V}_b = \dot{V}_r \cdot A_F \quad [m^3/h] \qquad (4.1.1)$$

în care

A_F - este suprafața oglinzii de apă [m^2],

$\dot{V}_r$ - are semnificația și valorile din tabelul 4.1.2.

Pentru bazinele de înot destinate competițiilor sportive, debitul de recirculare a apei se determină cu relația:

$$\dot{V}_r = \frac{A_F}{f_s \cdot l_t} \quad [m^3/h] \qquad (4.1.2)$$

în care:

A_F - este suprafața oglinzii de apă [m^2];

f_s - suprafața specifică normată [$m^2 \cdot h$/pers.], având valori recomandate în tabelul 4.1.3;

l_t - încărcarea specifică a instalației de tratare a apei [pers./m^3]; se recomandă l_t = 0,5 pers./m^3.

Debitul de calcul pentru dimensionarea conductelor de preluare a apei de la dispozitivele de evacuare gravitațională (jgheaburi, deversoare, rigole, skimere) se determină cu relația:

$$\dot{V} = n \cdot \dot{V}_r + \dot{V}_v + \dot{V}_i \quad [m^3/h] \qquad (4.1.3)$$

unde:

$\dot{V}_r$ - este debitul total de apă recirculată [m^3/h];

n - fracțiunea preluată prin dispozitivele de suprafață;

$\dot{V}_v$ - debitul evacuat prin disiparea valurilor [m^3/h];

$\dot{V}_i$ - debitul de apă dislocat de utilizatori [m^3/h].

Debitul de apă evacuată prin valuri se calculează cu relația:

$$\dot{V}_v = A_F \cdot h \cdot z \quad [m^3/h] \qquad (4.1.4)$$

în care:

A_F - este suprafața oglinzii de apă [m^2];

$h = 0{,}045$ m - înălțimea medie a valului;

$z = 1{,}0$ h^{-1} - pentru peretele vertical al bazinului și z = 0,5 h^{-1} - pentru peretele înclinat.

Debitul de apă dizlocat de înotători se determină cu relația:

$$\dot{V}_i = N \cdot v_s \quad [m^3/h] \qquad (4.1.5)$$

în care:

N - reprezintă numărul înotătorilor existenți în bazin timp de 1 oră [pers./h];

$v_s = 0{,}075$ m^3/pers. - volumul specific dizlocat.

4.1.4.2 Calculul instalației de tratare a apei

• **Filtrarea apei.** Durata recomandată a ciclului de filtrare a întregului volum de apă din bazin este de 6...8 h. Ținând seama de reducerea în timp a capacității de filtrare, ca urmare a proceselor de colmatare, debitul de dimensionare a filtrelor $\dot{V}_f$ se majorează cu 10...20 %:

$$\dot{V}_f = \dot{V}_r \quad [m^3/h] \qquad (4.1.6)$$

sau:

$$\dot{V}_f = (1{,}1 \div 1{,}2)\frac{V_b}{t_t} \quad [m^3/h] \qquad (4.1.7)$$

unde:

$\dot{V}_r$ - este debitul recirculat [m^3/h];

V_b - volumul de apă din bazin [m^3];

t - durata ciclului de filtrare [h].

Pentru filtrare se folosesc uzual 3 tipuri de filtre, diferențiate prin natura materialului filtrant: cu nisip, cu cartușe poroase și cu diatomită.

În general, filtrele cu nisip, în funcție de structura materialului filtrant, procedeul și viteza de filtrare adoptată, rețin particule cu dimensiuni între 40 și 5 μm, filtrele cu cartuș între 20 și 5 μm, iar cele cu diatomită, particule între 5 și 1 μm.

În cazul filtrelor cu nisip, eficiența filtrării poate fi sporită prin utilizarea adjuvanților de coagulare - sulfat de aluminiu sau polielectroliți - în doze de 0,2...0,5 g/m^3. Aceștia determină flocularea și reținerea particulelor de dimensiuni mici, activând și reținerea microorganismelor.

Calculul hidraulic pentru alegerea filtrelor constă în determinara suprafeței totale de filtrare A_f [m^2], necesară, cu relația:

$$A_f = \frac{\dot{V}_f}{v_f} \quad [m^2] \qquad (4.1.8)$$

în care:

$\dot{V}_f$ - este debitul de apă care traversează filtrele [$m^{3/s}$];

v_f - viteza medie de filtrare a apei [$m^{/s}$], ale cărei valori depind de tipul filtrului respectiv.

• **Încălzirea apei.** Pentru încălzirea apei se folosesc schimbătoare de căldură multitubulare (orizontale sau verticale) sau schimbătoare de căldură cu plăci.

Calculul termic de alegere a schimbă-

torului de căldură cu circulația agenților termici în contracurent, constă în determinarea suprafeței necesare de schimb de căldură A [m²] cu relația:

$$A = \frac{\dot{Q}_t}{\varphi \cdot U \cdot \Delta T_m} \quad [m^2] \qquad (4.1.9)$$

în care:

$\dot{Q}_t$ - este debitul total de căldură (sarcina termică) a schimbătorului de căldură [W];

U - coeficientul global specific de transmitere a căldurii de la agentul termic primar (apă caldă de încălzire sau apă fierbinte) la apa tratată [W/m²K];

ΔT_m - diferența de temperaturi medie logaritmică, între temperaturile agentului termic și respectiv ale apei tratate, [K];

φ - coeficientul de utilizare a suprafeței de schimb de căldură.

Sarcina termică totală $\dot{Q}_t$ se determină cu relația:

$$\dot{Q}_t = \dot{Q}_{ev} + \dot{Q}_c + \dot{Q}_r + \dot{Q}_s + \dot{Q}_p \quad [W] \qquad (4.1.10)$$

unde:

$\dot{Q}_{ev}$ - este debitul de căldură consumat prin evaporarea apei de la suprafața bazinului;

$\dot{Q}_c$ - debitul (pierderea) de căldură transmis prin convecție de la suprafața apei din bazin la aerul din interior (sau exterior);

$\dot{Q}_r$ - debitul de căldură schimbat prin radiație între suprafața apei din bazin și suprafețele delimitatoare înconjurătoare;

$\dot{Q}_s$ - fluxul de căldură transmis prin conducție de la apa din bazin prin pereții acestuia la aerul exterior (sau în sol dacă bazinul este amplasat direct pe sol);

$\dot{Q}_p$ - debitul de căldură necesar pentru încălzirea apei de completare din bazin.

a) Debitul de căldură consumat prin evaporarea apei din bazin.

Pentru a calcula debitul de căldură consumat prin evaporarea apei din bazin, este necesar să se calculeze mai întâi pierderea de masă datorită evaporării apei.

• **Pierderea unitară de masă** datorată evaporării apei din bazin, se calculează cu relația:

$$\dot{M}_{ue} = (0{,}0167 + 0{,}129 \cdot v_a)(p_s - p_{am})\frac{p_a}{p_b + \Delta p} \quad [kg/h{\cdot}m^2] \qquad (4.1.11)$$

• **Pierderea totală de masă** se calculează cu relația:

$$\dot{M}_{te} = A_F \cdot q_{cv} \quad [kg/h] \qquad (4.1.12.)$$

în care:

p_s - este presiunea de saturație a vaporilor de apă la temperatura θ_m apei din bazin), [mbar];

p_{am} - presiunea parțială a vaporilor de apă, la θ_{am}, [mbar];

$p_{am} = \varphi \cdot p_{s,am}$

φ - umiditatea relativă a aerului exterior, la θ_{am},

$p_{s,m}$ - presiunea de saturație a vaporilor de apă la θ_{am}, [mbar];

p_a - presiunea atmosferică (de referință), [mbar];

p_b - presiunea barometrică medie lunară, [mbar];

Δp - variația de presiune medie lunară față de presiunea atmosferică, [mbar].

• **Pierderea unitară de căldură** datorată evaporării apei din bazin, se calculează cu relația:

$$q_{ue} = \frac{p}{p_b - \Delta p}(0{,}0167 + 0{,}129 \cdot v_a)(p_s - p_{am}) \cdot e \quad [W/m^2] \qquad (4.1.13)$$

în care:

e - este energia specifică de evaporare a apei, [K/kg]

• **Pierderea totală de căldură** datorată evaporării apei din bazin, se calculează cu relația:

$$Q_{te} = A_F \cdot q_{cv} \quad [W] \qquad (4.1.14)$$

în care:

A_F - este suprafața bazinului, [m²].

b) Debitul de căldură transmis prin convecție de la apa din bazin la aerul din exterior bazinului.

• **Debitul unitar de căldură** transmis prin convecție se calculează cu relația:

$$q_c = \alpha(\theta_m - \theta_{am}) \quad [W/m^2] \qquad (4.1.15)$$

în care:

α - este coeficientul global de transmitere a căldurii prin convecție, [W/m²K]; după Jurgens are valoarea: $\alpha = 6{,}3 + 4{,}8 \cdot v_a$;

v_a - viteza medie a curenților de deasupra apei;

θ_m - temperatura medie a apei din bazin, [°C];

θ_{am} - temperatura exterioară medie lunară, [°C].

Dacă $\theta_m > \theta_{am}$, q_c are valori pozitive, iar dacă $\theta_m < \theta_{am}$, q_c are valori negative.

• **Debitul total de căldură** transmis prin convecție se calculează cu relația:

$$Q_c = A_F \cdot q_c \quad [W] \qquad (4.1.16)$$

în care:

A_F - este suprafața bazinului, [m²].

c) Debitul de căldură schimbat prin radiație între suprafața apei din bazin și suprafețele delimitatoare înconjurătoare.

• **Debitul unitar de căldură** transmis prin radiație se calculează cu relația:

$$q_F = \varepsilon \cdot CO\left[\left(\frac{T_m}{100}\right)^4 - \left(\frac{T}{100}\right)^4\right] \quad [W/m^2] \qquad (4.1.17)$$

în care:

CO - este coeficientul de emisie al corpului negru, [W/m²K⁴];

T_m – temperatura absolută a apei la suprafață, [K];

T – temperatura absolută a a suprafețelor delimitatoare înconjurătoare, [K];

Pentru bazine amplasate în aer liber T este temperatura cerului care se calculează cu realția:

$$T = \theta_g + 273{,}15 \quad [K] \qquad (4.1.18)$$

θ_g – temperatura convențională a „cerului" (θ_g = - 53°C)

• **Debitul total de căldură** transmis prin radiație se calculează cu relația:

$$Q_F = A_F \cdot q_F \quad [W] \qquad (4.1.19)$$

în care:

A_F - suprafața bazinului, [m²].

d) Debitul de căldură transmis prin conducție de la apa din bazin la suprafața solului.

Bazin fără izolație termică.

• **Debitul unitar de căldură** transmis prin conducție se calculează cu relația:

$$q_{ex} = \left(\frac{A_{sp}}{A_{fp}}\right)\left(\frac{\lambda}{H_f}\right)(\theta_m - \theta_p) \quad [W/m^2] \qquad (4.1.20)$$

• **Debitul total de căldură** transmis prin conducție se calculează cu relația:

$$Q_{ex} = A_F \cdot q_{ex} \quad [W] \qquad (4.1.21)$$

în care:

A_{sp} - este suprafața totală a bazinului în contact cu solul, [m²];

A_{fp} - suprafața fundului bazinului, [m²];

λ - coeficientul global de transfer termic prin conducție cu solul (uscat sau umed), [W/m·K];

H_f - adâncimea stratului de apă freatică, [m];

θ_m - temperatura medie a apei din bazin, [°C];

θ_p - temperatura medie a solului (uscat sau umed), [°C].

Bazin cu izolație termică.

• **Debitul unitar de căldură** transmis prin conducție se calculează cu relația:

$$q_{ex,iz} = q_{ex}\left(1 + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}\right) \quad [W/m^2] \qquad (4.1.22)$$

• **Debitul total de căldură** transmis prin conducție se calculează cu relația:

$$Q_{ex,iz} = A_F \cdot q_{ex,iz} \quad [W] \qquad (4.1.23)$$

în care:

δ_{iz} - este grosimea izolației termice a pereților și fundului bazinului, [m];

λ_{iz} - coeficient de transfer termic prin conducție a izolației pereților și fundului, [W/m·K].

e) Debitul de căldură și masă pentru apa de adaus introdusă în bazin și pentru evacuarea la canal a apei utilizate

• **Debitul unitar de căldură** pentru apa de adaus introdusă în bazin se calculează cu relația:

$$q_h = \dot{V}_{sap} \cdot c \cdot \rho_a \left(\theta_m - \theta_{mp}\right) \quad [\text{W/m}^2] \quad (4.1.24)$$

• **Debitul total de căldură** pentru apa de adaus introdusă în bazin se calculează cu relația:

$$Q_h = A_F \cdot q_h \quad [\text{W}]$$

• **Debitul unitar** de apă de adaus în bazin se calculează cu relația:

$$\dot{M}_{uk} = q_{sap} \cdot \rho_a \quad [\text{kg/h·m}^2] \quad (4.1.25)$$

• **Debitul total** de apă de adaus în bazin se calculează cu relația:

$$\dot{M}_{tk} = A_F \cdot q_h \quad [\text{kg/h}] \quad (4.1.26)$$

în care:

$\dot{V}_{sap}$ - este debitul specific de apă de adaus, (m^3/h·m^2), [m/h];

θ_{mp} - temperatura medie a apei de adaus, [K];

c - căldura specifică a apei, [J/m^3K];

ρ_a - greutatea specifică a apei, [kg/m^3]

Obs.: În cazul recirculării apei care presupune tratarea/depoluarea apei din bazin, se procedează în mod similar; valorile numerice diferă pentru debitul de apă introdusă în bazin.

• **Tratarea chimică a apei.** Oxidanții folosiți în mod curent pentru dezinfecția apei sunt clorul, bromul și ozonul.

Acțiunea clorului asupra substanțelor organice este eficientă la doze zilnice care conduc la concentrația de clor liber în apă de cel puțin 0,3...0,6 mg/l, fără a depăși 1,7...1,8 mg/l. Efectul sterilizant al clorului este dependent de valoarea pH-ului apei, valorile optime situându-se între 7,2 și 7,8, zonă în care eficiența clorului este maximă, iar efectele secundare reduse.

Bromul, mai puțin iritant decât clorul, asigură o bună dezinfecție și împiedică formarea algelor, dar este mai sensibil la acțiunea radiației solare. Concentrația medie de brom total în apă trebuie să fie menținută între 0,8 și 2,0 mg/l.

Ozonul este dezinfectantul cel mai activ, având acțiune puternic oxidantă - asupra substanțelor organice biorezistente din apă și prezentând avantajul că nu apar produse secundare de reacție ca în cazul clorului. Concentrația recomandată pentru dezinfecția apei cu ozon este de 0,4 mg O_3/l, cantitate ce trebuie eliminată total înainte de reintroducerea apei în bazin, pentru protecția înotătorilor.

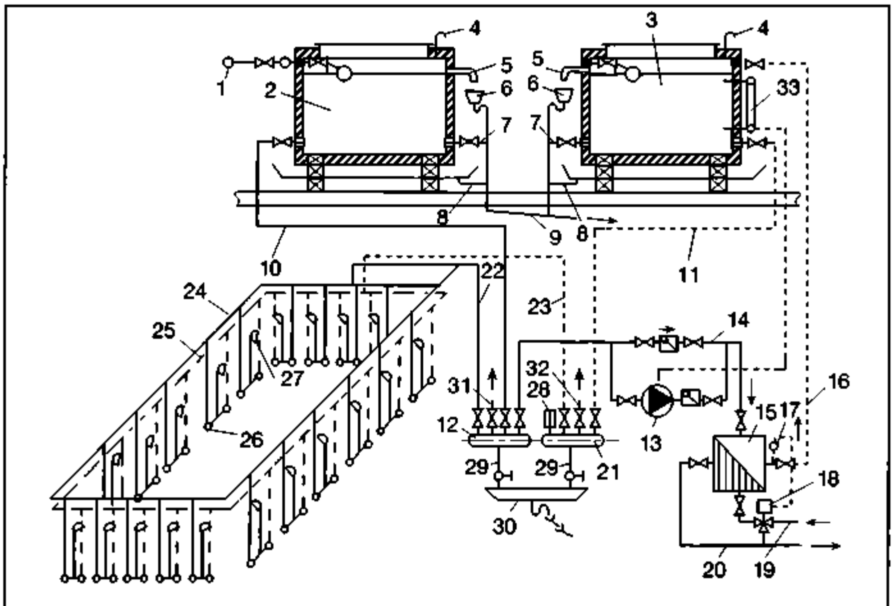


Fig. 4.2.1. Instalația de alimentare și distribuție a apei la băi publice:
1 - conductă publică; 2 - rezervor de apă rece; 3 - rezervor de apă caldă; 4 - țeavă de aerisire; 5 - preaplin; 6 - pâlnie; 7 - conductă de golire a rezervorului; 8 - conductă de evacuare a scăpărilor de apă; 9 - conductă de evacuare la canalizare; 10 - conductă de alimentare cu apă rece; 11 - idem, pentru apă caldă; 12 - distribuitor de apă rece; 13 - pompă centrifugă; 14 - conductă de ocolire a pompei; 15 - schimbător de căldură în contracurent; 16 - conductă de alimentare cu apă caldă a rezervorului de înălțime; 17 - termostat; 18 ventil cu 3 căi cu servomotor; 19 - conductă de ducere a agentului termic primar; 20 - conductă de întoarcere a agentului temic primar; 21 - distribuitor de apă caldă; 22 - conductă de distribuție a apei reci; 23 - conductă de distribuție a apei calde; 24 - rețea inelară de distribuție a apei reci; 25 - rețea inelară de distribuție a apei calde; 26 - baterie amestecătoare pentru duș; 27 - duș; 28 - termometru; 29 - racord pentru golirea distribuitorului; 30 - jgheab pentru colectarea apei; 31 - ștuț de rezervă pentru apă rece; 32 - ștuț de rezervă pentru apă caldă; 33 - nivostat.

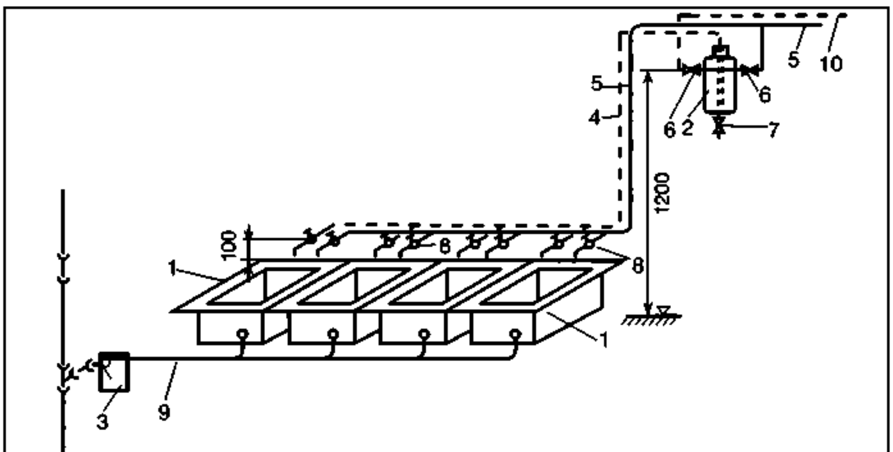


Fig. 4.2.2. Instalație de băi pentru picioare:
1 - băi pentru picioare; 2 - amestecător comun; 3 - sifon de pardoseală; 4 - conductă de apă caldă cu temperatura controlată; 5 - conductă de apă rece; 6 - robinete de închidere; 7 - robinet de golire; 8 - robinet de serviciu; 9 - conductă de scurgere; 10 - conductă de apă caldă.

4.2. Băi publice

Prezintă importanță pentru menținerea gradului de igienă și sănătate a locuitorilor din centrele urbane și rurale. Băile publice moderne sunt dotate cu secții de hidroterapie, utilizând dușuri cu apă la temperaturi și presiuni variabile, secții de băi de abur (saune), bazine de înot, săli de masaj etc.; de asemenea, în clădirea băii publice sunt prevăzute unități de frizerie-coafură, salon de cosmetică, bar (bufet) și grupuri sanitare.

Băile publice sunt organizate cu secții separate pentru bărbați și pentru femei; la unele băi publice se programează pe zile utilizarea acelorași secții de către bărbați și femei.

Instalațiile de alimentare cu apă la băile publice se alcătuiesc ținând seama

de debitele mari de apă rece și caldă necesare, cauzate de gradul ridicat de simultaneitate în funcționarea punctelor de utilizare a apei. În fig. 4.2.1. se prezintă schema de principiu a unei instalații compuse din 2 rezervoare de înălțime, din care unul pentru apă rece, alimentat la presiunea de serviciu din conducta publică și al doilea pentru apa caldă și rețeaua de distribuție a apei care, de regulă, este inelară. În rezervor se acumulează o cantitate de apă care asigură compensarea de consum fără a produce variații bruște în regimul hidraulic al conductei publice de alimentare cu apă. De asemenea, se asigură o uniformizare a presiunilor de utilizare la punctele de consum și se asigură continuarea folosirii băilor publice în cazul întreruperii accidentale a alimentării cu apă din conducta publică.

Apa caldă poate fi încălzită direct în rezervorul de înălțime, montându-se în interiorul acestuia o serpentină prin care circulă agentul încălzitor (apă caldă, abur etc.), dar soluția cea mai utilizată este cu încălzirea apei într-un schimbător de căldură multitubular sau cu plăci. Rezervorul de înălțime pentru apa caldă se izolează termic pentru a limita răcirea apei calde acumulate, iar rezervorul de înălțime pentru apă rece se izolează termic pentru a reduce condensul la suprafața exterioară a acestuia.

La alcătuirea rețelei de distribuție a apei reci și calde se urmărește realizarea unor ramuri separate pe secțiile clădirii și dacă este posibil, a unor ramuri separate pe categorii de puncte de consum. Pentru realizarea unui amestec convenabil al apei calde cu cea rece se folosesc baterii centralizate, eventual cu comandă termostatică, cu acționare mecanică sau cu celulă fotoelectrică. Conductele de distribuție a apei reci și calde se montează aparent pentru a permite intervenții imediate în timpul exploatării și pentru a evita infiltrațiile de apă în elementele de construcții. Pentru a se asigura o funcționare sigură și o exploatare ușoară a instalației, rețeaua de conducte se dimensionează cu diametre constante pe care sunt amplasate punctele de consum echidistante.

În băile publice moderne se folosesc căzi de baie pentru masaj cu jeturi subacvatice de aer și apă. La sistemul Hydroflux (aplicat căzii de baie tip "Whirlpool" de firma IDEAL STANDARD), o pompă absoarbe apa din cadă și o retrimite, sub presiune, prin 6 duze de admisie, dispuse lateral. Direcția jeturilor este reglabilă; de asemenea, intensitatea masajului poate fi adaptată după dorință, reglând turația motorului pompei. Sistemul cu jeturi de aer cald imersate în masa de apă, permite reglarea continuă a intensității masajului prin intermediul unui buton conectat la senzori și care permite în același timp, pornirea și oprirea instalației.

La secția de pedichiură se folosesc băi de picioare (fig. 4.2.2). Apa caldă se amestecă cu apa rece într-un amestecător și apoi alimentează robinetele băilor de picioare. Evacuarea apei uzate la canalizare se face printr-un sifon de pardoseală.

După utilizare, apa uzată provenită de la spălare este evacuată printr-o rețea de canalizare, după ce în prealabil este răcită până la temperatura de +40 °C (temperatura admisă pentru evacuarea apelor uzate la rețeaua de canalizare) în bazine în care se montează serpentina, prin care circulă apa de consum, realizându-se astfel o preîncălzire a acesteia, prin recuperarea căldurii apei reziduale. Apele menajere provenite de la grupurile sanitare ale secțiilor anexe se canalizează separat de apele uzate provenite de la spălare.

4.3. Bucătării mari pentru restaurante, hoteluri, spitale, cantine

Instalațiile sanitare din bucătăriile mari cuprind:

- mașini, utilaje și aparate specifice: mașini de gătit, marmite, baterii de căzănele basculante, tăvi, mese calde, cuptoare de patiserie, mașini de curățat cartofi, spălătoare degresoare, mașini de spălat vase etc; în funcție de profilul unității respective, restaurant, snack-bar, cofetărie, patiserie, cantină etc.; numărul mediu al locurilor la mese; numărul și cantitatea de porții zilnice; organizarea fluxului tehnologic de fabricație a preparatelor culinare și de alte condiții locale;
- instalații pentru alimentare cu apă rece și apă caldă atât pentru consum tehnologic cât și pentru consum igienico-sanitar (grupuri sanitare);
- canalizarea apelor uzate menajere și a apelor uzate provenite din procese tehnologice, inclusiv instalațiile de epurare locală (preepurare) care cuprind, în general, separatoare de nisip și separatoare de grăsimi;
- instalații de canalizare a apelor meteorice.

Tipurile mașinilor, utilajelor și aparatelor specifice bucătăriilor mari se aleg din cataloagele firmelor producătoare, iar numărul acestora se stabilește în funcție de elementele precizate mai sus.

4.4. Spitale, policlinici, complexe balneare

Instalațiile sanitare din unitățile spitalicești cuprind instalații de:

- alimentare cu apă rece și apă caldă pentru consum igienicosanitar (în grupuri sanitare), tehnologic și pentru nevoi gospodărești;
- canalizare, inclusiv de preepurare a apelor impurificate pentru evitarea contaminării cu microbi, germeni patogeni etc. (în special instalații de sterilizare a apelor uzate evacuate de la spitale de boli contagioase);
- aer comprimat, pentru acționarea unor aparate și dispozitive folosite în tehnica medicală; aceste instalații pot fi:
  - locale, compuse dintr-un compresor

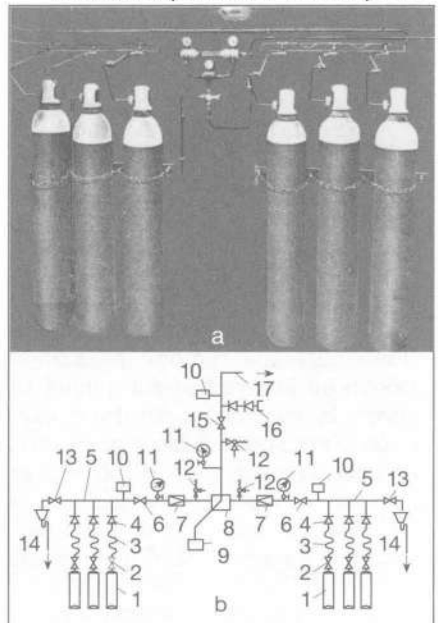


Fig. 4.4.1. Rampă de distribuție a oxigenului pentru spitale:
a - vedere generală;
b - schema instalației;
1 - butelie de oxigen; 2 - robinetul buteliei; 3 - racord flexibil; 4 - clapetă de reținere (supapă antiretur); 5 - distribuitor; 6 - robinet de sectorizare a rampei; 7 - reductor de presiune; 8 - inversor; 9 - contactor de inversare și semnalizare; 10 - contactor de alarmă; 11 - manometru; 12 - supapă de siguranță; 13 - robinet de purjare; 14 - pâlnie prevăzută cu sifon cu gardă hidraulică și racord la canalizare; 15 - robinetul principal al rampei de distribuție; 16 - racord de alimentare cu oxigen de la surse exterioare (în caz de urgență) și punct de recoltare a probelor de oxigen; 17- conductă de alimentare cu oxigen a instalației de utilizare din spital.



Fig. 4.4.2. Instalații de utilizare a oxigenului în spitale:
1 - coloană cu oxigen; 2 - panou de control prevăzut cu robinete de închidere și reglare; 3 - conductă de legătură la aparate medicale; 4 - mască de față.

fix sau mobil, cuplat cu un rezervor de stocare a aerului comprimat și racorduri fixe și/sau mobile la aparatele medicinale;

- centrale, compuse dintr-o stație de compresoare, rezervoare - tampon de aer comprimat, aparatura de comandă și reglare, reductoare de presiune și rețeaua de conducte de distribuție, realizată cu țevi din oțel sau din cupru; în secțiunea de intrare a aerului comprimat în instalația de utilizare se montează un filtru bacterian; se interzice folosirea aerului comprimat tratat pentru alte utilizări decât cele medicale autorizate;

- oxigen (necesar în special la secțiile de reanimare) compuse dintr-o rampă dublă de butelii (fig. 4.4.1) din care oxigenul trece într-un distribuitor sectorizat de robinetele care separă cele două părți ale rampei; presiunea oxigenului în distribuitorul rampei se citește la manometre; din distribuitor, oxigenul trece prin reductorul de presiune în conducta principală de distribuție care alimentează instalația de utilizare (fig. 4.4.2), la care sunt racordate aparatele medicale (masca de față, aparate de respirat etc.); conductele instalației de oxigen se execută cu țevi din cupru și se montează mascat (îngropate sub tencuiala pereților), rămânând vizibile numai prizele de oxigen, în care se introduc conductele de racord ale aparatelor medicale; această măsură are în vedere menținerea curățeniei și reducerea efectului psihic defavorabil al instalației asupra bolnavilor; în secțiile de terapie intensivă se folosesc aparate mobile cu racorduri flexibile la instalația de oxigen (fig. 4.4.3);

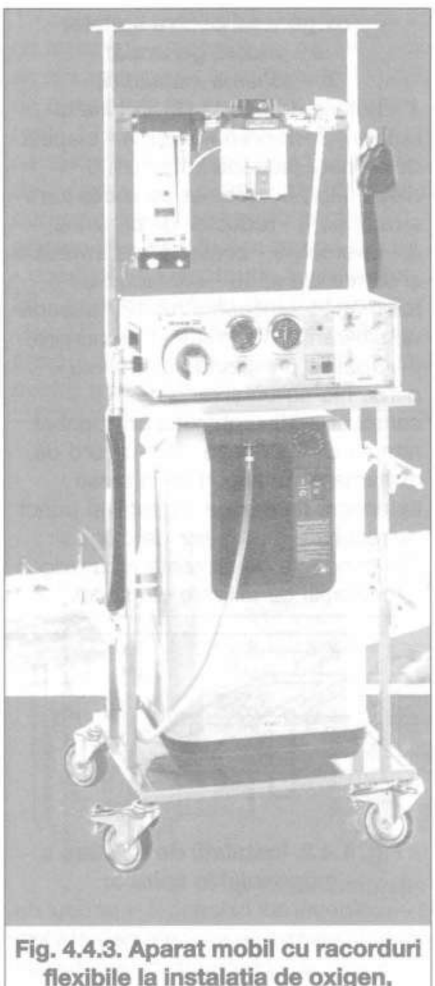


Fig. 4.4.3. Aparat mobil cu racorduri flexibile la instalația de oxigen, pentru terapie intensivă.

- vacuum (fig. 4.4.4), necesar la sălile de operații, la terapia intensivă, în secțiile de chirurgie, laboratoare etc., pentru diferite tipuri de aspirații (din câmpul operator, din căile respiratorii superioare etc.); aceste instalații se compun din pompe de vacuum (pompe de vid cu inel de apă), rezervor de vacuum, separatoare, filtre, aparatură de automatizare și rețeaua de conducte cu țevi din oțel; mărimea vidului creat este de *0,01...0,2* bar (subpresiune), iar debitele uzuale ale aparatelor medicale de 10...25 l/min.

4.5. Spălătorii de rufe și curățătorii chimice

Acestea (eventual și vopsitoriile chimice) se proiectează pentru o anumită capacitate de producție definită de cantitatea de rufe uscate, îmbrăcăminte etc., ce poate fi spălată (curățată chimic) în 8 h, exprimată în kg/8h. Fluxul tehnologic, organizarea spațiilor și dotarea secțiilor de lucru cu mașini, aparate și utilaje, depind de mărimea și specificul capacității de producție.

Pentru spălătorii se folosesc: mașini de marcat (Polymark), mașini de spălat, grupuri de prese pentru călcat rufe, calandre pentru călcat, uscătoare rotative etc. Pentru curățătorii chimice se folosesc: mașini de curățat chimic cu percloretylen (tip BOWE), mese de scos pete, prese

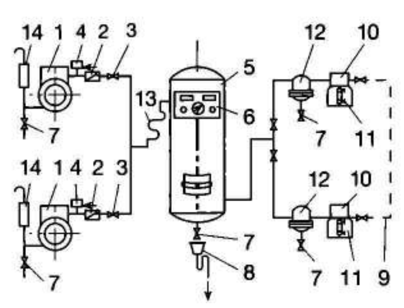


Fig 4.4.4. Instalație centrală de vacuum - schema instalației:
1 - pompă de vacuum; 2 - clapetă de reținere; 3 - robinet de separare; 4 - presostat; 5 - rezervor de vacuum; 6 - tablou de comandă; 7 - robinet de golire; 8 - pâlnie colectoare; 9 - rețea de vacuum; 10 - separator; 11 - indicator cu sticlă de nivel și robinete de control; 12 - filtru bacterian; 13 - racord flexibil; 14 - amortizor de zgomot la evacuare.

universale, mese de călcat etc.

Instalațiile sanitare specifice spălătoriilor de rufe și curățătoriilor chimice cuprind instalații de:

- dedurizare a apei (de regulă, în ciclul Na-cationic) necesară la spălat, curățat chimic și pentru completarea apei la cazanele de abur;
- alimentare cu apă rece și apă caldă de comsum, pentru nevoi igienico-sanitare (la grupuri sanitare pentru personal) și pentru consum tehnologic;
- alimentare cu apă rece pentru combaterea incendiilor;
- canalizare a apelor uzate provenite din procesul tehnologic (de la mașini de spălat, centrifuge de stors rufe etc.), a apelor uzate menajere (de la grupuri sanitare) și meteorice;
- aer comprimat necesar acționării preselor, compuse dintr-o stație de compresoare, rezervor tampon închis pentru stocarea aerului comprimat și rețeaua de conducte cu țevi din oțel;
- vacuum necesar absorbției la presele de călcat, compusă dintr-o pompă de vid, cu inel lichid, acționată de un motor electric, un rezervor tampon închis și rețeaua de conducte cu țevi din oțel.

4.6. Closete publice

Rețeaua de closete publice, amplasate în punctele de aglomerare umană, contribuie direct la asigurarea confortului urban și a protecției mediului.

Componentele principale ale closetelor publice sunt:

- construcția care le adăpostește care poate fi subterană sau supraterană;
- obiectele sanitare, armăturile și accesoriile cum sunt: vase de closet, pisoare, lavoare, accesorii de igienizare, uscătoare cu aer cald pentru mâini, port hârtie, cuiere, etajere, oglinzi etc.;
- instalațiile de:
  - alimentare cu apă și branșamentul la rețeaua exterioară;
  - canalizare și racordul la conducta publică;
  - încălzire și eventual de ventilare;
  - iluminat electric;
- sisteme de taxare, indicatoare etc.

Closetele publice se organizează separat pe sexe.

Amenajarea closetelor publice în construcții subterane, prezintă dezavantaje de ordin tehnic, privind racordarea la rețelele publice de canalizare și social, prin inducerea unor reacții reticente pentru folosirea lor ca urmare a atmosferei de insecuritate pe care o inspiră. Ca urmare, se apreciază oportunitatea amenajării closetelor publice în construcții supraterane, independente sau cuplate cu alte funcțiuni și pe cât posibil în zone cu circulație intensă și supraveghere permanentă.

În zonele aglomerate și cu trafic intens:

piețe, străzi comerciale, bulevarde, stații ale mijloacelor de transport public etc., se recomandă amplasarea unor cabine sanitare preechipate, racordate direct la rețelele stradale de alimentare cu apă și canalizare. Cabinele sanitare stradale pot fi realizate industrializat, din materiale ușoare (aluminiu, termopan, sticlă opacă etc.), și cu design adecvat. Ușile de acces în cabine sunt prevăzute cu dispozitive automate de comandă și taxare, precum și cu dispozitive de protecție antivandalism.

Dotarea cu obiecte sanitare a closetelor publice pentru bărbați cuprinde: pisoare, closete cu vase din semiporțelan sanitar sau cu tălpi și lavoare, iar cele pentru femei, closete și lavoare.

Numeroase firme din străinătate produc obiecte sanitare având diferite forme și dimensiuni, armături și accesorii cu caracteristici tehnice și performanțe ridicate, special pentru folosință publică. În armături, sunt încorporate sisteme de acționare automată, de temporizare, de reglare a debitului, de termostatare și de protecție antivandalism. Unele armături sunt cu acționare fără contactul utilizatorului, ca un mijloc sigur de protecție sanitară împotriva contaminării cu diferiți viruși.

În fig. 4.6.1 se prezintă un pisoar de montat pe perete prevăzut cu senzor pentru acționarea robinetului de apă pentru spălare. Senzorul acționează numai la îndepărtarea de el.

Closetele se montează în cabine (fig. 4.6.2) și sunt racordate la o conductă comună de canalizare, prevăzută cu cot cu capac pentru curățare. În closetele publice se prevăd lavoare (pentru spălarea mâinilor) și o chiuvetă pentru curățenie (fig. 4.6.2). Pentru lavoare au fost realizate diferite tipuri de robinete cu comandă electronică, prevăzute cu racorduri flexibile și care pot funcționa și cu baterii (fără racorduri electrice). Robinetele cu temporizare (denumite „Tempostop") realizează consumuri minime de apă pentru spălarea obiectelor sanitare după folosință, în condițiile asigurării cerințelor igienicosanitare și de confort.

Pentru spălarea mâinilor se folosesc distribuitoare de săpun lichid, care sunt fie cu acționare electronică, cu detector de radiații în infraroșu, fie cu acționare manuală. Distribuitorul de săpun lichid cu detector de radiații în infraroșu, furnizează una până la cinci doze de săpun lichid de 0,75 cm^3 fiecare, realizând economii apreciabile de săpun lichid utilizat.

Uscătoarele cu aer cald pentru mâini sunt prevăzute cu sisteme antivandalism din fibre de carbon (policarbonat) și au, în general, următoarele caracteristici tehnice: temperatura aerului cald 40 °C; debitul de aer 250 m^3/h; tensiunea de alimentare 220 V; frecvența 50 Hz; puterea nominală 1000 W.

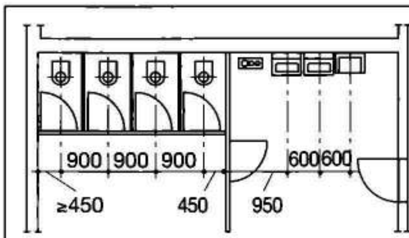
Proiectarea și executarea closetelor publice pun condiția existenței în zona de amplasare a conductelor de alimentare cu apă și canalizare. În multe cazuri în care este necesar să se amplaseze closetele publice, nu există conducte de alimentare cu apă și canalizare. În ultima perioadă, în locul closetelor publice s-a realizat o serie de cabine ecologice, care nu se racordează la rețeaua de apă și de canalizare. Cabinele ecologice sunt realizate din mase plastice ți sunt dotate cu closet



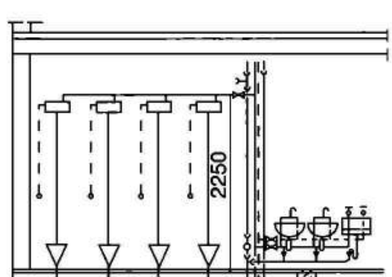
Fig. 4.6.3. Cabine ecologice:
1 – bazinul de colectare a dejecțiilor; 2 – rama fixată pe bazin; 2 – ramă mobilă rabatabilă; 4 – pisoar; 5 – tubul de vantilare a bazinului



Fig. 4.6.1. Pisoar de perete cu sensor de acționare a robinetului de spălare



a



b

Fig. 4.6.2. Grup sanitar (closete publice pentru femei):
a - plan; b - schemă.

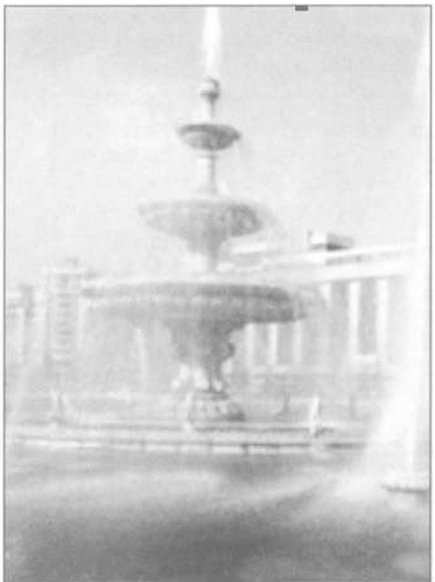


Fig. 4.7.1. Fântâna de apă din Piața Unirii din București



Fig. 4.7.2. Jocurile de apă din Parcul IOR București

și pisoar. Closetul este realizat dintr-un rezervor de colectare a dejecțiilor, pe care este amplasată o ramă fixă și o ramă mobilă rabatabilă (fig. 4.6.3).

Rezervorul de colectare conține o soluție de apă cu substanțe dezinfectante, care periodic se vidanjazea de serviciile de salubritate. Cabinele ecologice se amplasează de preferat în parcuri și în zonele verzi; se utilizaează și în cazul organizărilor de șantier.

4.7. Fântâni arteziene cu jocuri de apă

Constituie elemente decorative ale ansamblurilor de clădiri, uneori adevărate lucrări de artă, care au un efect direct asupra protecției atmosferei, prin aceea că jeturile de apă purifică și umezesc aerul, producând în jurul lor o atmosferă plăcută, răcoritoare. Pentru multe orașe din lume, fântânile arteziene cu jocuri de apă constituie puncte de mare atracție turistică, oferind spectacole de apă, sunet și lumină

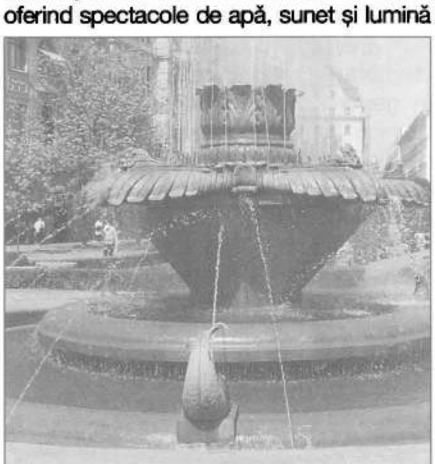


Fig. 4.7.3. Fântâna de apă din Piața Operei din Timișoara

și stârnind admirația vizitatorilor pentru arhitectura, sculpturile, ornamentele și jocurile de apă pline de fantezie, la care contribuie și amplasamentul fântânilor, în parcuri, piețe publice, grădinile unor palate cu valențe istorice sau pe unele artere mari de circulație.

În fig. 4.7.1. sunt prezentate Jocurile de apă din Piața Unirii din București, în fig. 4.7.2. Jocurile de apă din parcul IOR București și în fig. 4.7.3. Jocurile de apă din Piața Operei din Timișoara.

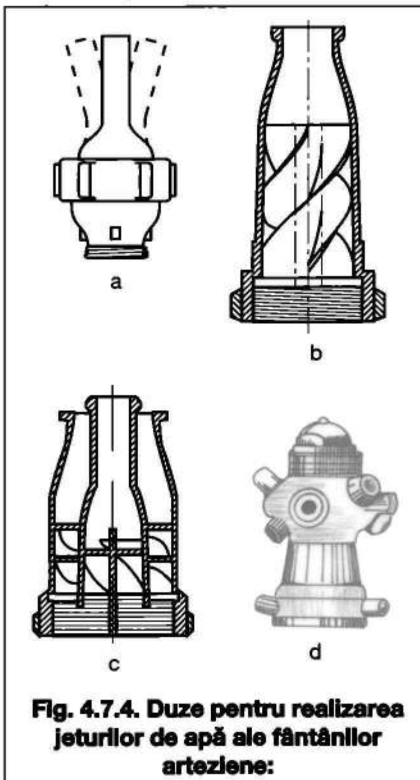


Fig. 4.7.4. Duze pentru realizarea jeturilor de apă ale fântânilor arteziene:
a - duză cu articulație; b - duză ghintuită cu un singur jet; c - duză ghintuită cu două jeturi; d - stropitor rotativ.

Pentru formarea jeturilor de apă se execută o gamă variată de tipodimensiuni de duze corespunzător efectelor estetice dorite, din materiale de calitate (bronz, alamă, oțel inoxidabil) și cu grad superior de prelucrare (fig.4.7.4).

Înălțimea și forma jetului depind de presiunea în secțiunea de ieșire a apei din duze, precum și de construcția acesteia. Împrăștierea jetului se produce atât datorită formării de vârtejuri la ieșirea din orificiul duzei, cât și rezistenței opuse de către aer.

Pentru a obține jeturi verticale cât mai înalte, trebuie ca, în corpul duzei, trecerea de la diametrul mare la diametrul mic să se facă lin, iar racordul duzei la conductă să aibă o lungime egală cu 20-25 de ori diametrul orificiului duzei. Dacă aceasta din urmă condiție nu poate fi satisfăcută trebuie prevăzute, înaintea duzei, pe porțiunea dreaptă, piese speciale, cu goluri mici în lung, pentru liniștirea vârtejurilor, ceea ce duce la o mărire a înălțimii jetului cu 8...10 %.

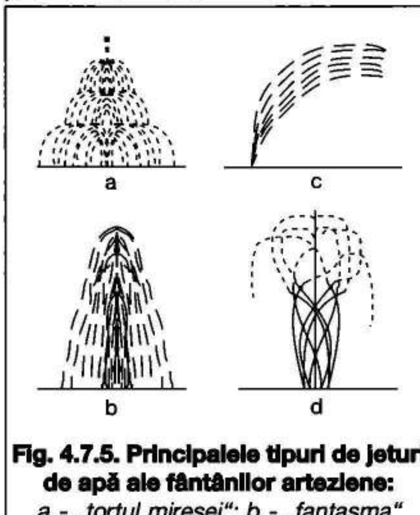


Fig. 4.7.5. Principalele tipuri de jeturi de apă ale fântânilor arteziene:
a - „tortul miresei"; b - „fantasma" răsfirat; c - suflul balenei; d - jet rotativ.

Pentru a se reduce consumul de apă și de energie, se recomandă utilizarea duzelor inelare care au un miez în formă de paraboloid de rotație.

Un joc de apă interesant este cel cu jet vertical și cu lalea de apă la care, în duza cilindrică, este adaptată o piesă conică din cupru prevazută cu filet astfel că, prin înșurubare se poate regla mărimea lalelei de apă.

Un jet dispersat (aerat), cu o formă geometrică interesantă, se obține cu duza funcționând cu amestec apă-aer în care aerul este aspirat pe conturul lateral datorită depresiunii create prin efectul de ejecție al fluidului de antrenare, care este apa sub presiune introdusă printr-o duza interioară.

Pentru realizarea jeturilor cu împraștierea apei, se utilizează duze ghintuite, care au în interiorul lor canale în spirală. Pentru obținerea unui con de împraștiere mai mare, se utilizează duze ghintuite cu două jeturi introduse unul în celălalt.

Răsfirarea cât mai deplină se poate realiza printr-o pulverizare directă a apei, prin duze cu orificii de ieșire cu diametre foarte mici, în care caz trebuie luate măsuri speciale pentru filtrarea apei, pentru a se evita înfundarea. Se mai pot utiliza stropitori rotative care lucrează pe principiul moriștii hidraulice, cu jeturi verticale și orizontale și duze cu articulații cu care se pot obține jeturi inclinate. Pentru realizarea jeturilor în grup, se pot construi duze combinate.

În fig. 4.7.5 se prezintă principalele tipuri de jeturi realizate de fântânile arteziene cu jocuri de apă. Se urmărește exploatarea efectelor estetice realizabile cu consumuri reduse de apă și de energie (filete și lame de apă în curgere liberă, jeturi aerate, jeturi pulverizate etc.); jocurile de apă se realizează prin comanda jeturilor folosind distribuitoare hidromecanice sau dispozitive automate cu comandă - program, în care caz pot fi asociate efecte muzicale și jocuri de lumini.

În fig. 4.7.6 se prezintă schema funcțională a instalațiilor hidraulice pentru un ansamblu de 2 fântâni arteziene amplasate pe un teren în pantă. În această soluție, alimentarea cu apă a fântânilor arteziene se realizează prin rețele de distribuție și grupuri de pompare proprii, care să evite posibilitatea formării sistemului de vase comunicante ce ar favoriza golirea bazinelor din amonte (aflate la cote superioare) în bazinele din aval (amplasate la cote inferioare). Soluția se recomandă pentru diferențe relativ mari de nivel (40...50 cm) al apei din bazinele fântânilor și se poate realiza prin amenajări constructive, sistematizarea terenului, prevederea unor elemente decorative etc., care să ofere ansamblului valori arhitecturale și estetice deosebite.

În soluția prezentată în fig. 4.7.6, jocurile de apă se realizează cu distribuitoare mecanice rotative. Duzele pentru formarea jeturilor înclinate sunt alimentate cu apă printr-o rețea inelară, asigurându-se astfel presiuni aproape uniforme în secțiunile de ieșire a apei. Impuritățile din apă sunt reținute în filtre, montate în stația de pompare.

Soluția de amplasare a stației de pompare față de fântâni depinde de poziția sursei de alimentare cu apă (conducta publică), de sistematizarea rețelelor hidroedilitare în zonă, corelată cu prezența altor tipuri de rețele (termice, electrice etc.), de forma reliefului (terenuri în pantă, terenuri plate) și de raportul între pierderile de sarcină lineare și pierderile de sarcină locale, pe traseul principal de alimentare cu apă a fântânilor arteziene. Acest raport prezintă importanță în asigurarea reglării debitului și presiunii la diferite duze, pentru obținerea efectului dorit al jocurilor de apă, respectiv

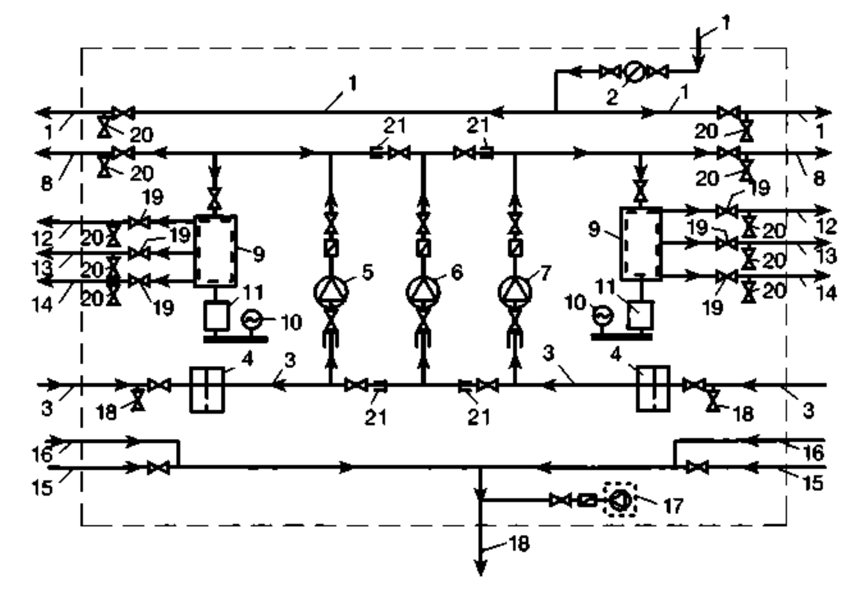


Fig. 4.7.6. Schema instalațiilor hidraulice pentru un ansamblu de două fântâni arteziene amplasate pe un teren în pantă:
1 - conductă de alimentare cu apă pentru umplere și completare a pierderilor; 2 - contor pentru apă; 3 - conductă de aspirație; 4 - filtru; 5 - pompă de recirculare a apei pentru fântâna din aval; 6 - pompă de rezervă; 7 - pompă de recirculare a apei pentru fântâna din amonte; 8 - conductă de alimentare cu apă a jeturilor perimetrale înclinate; 9 - distribuitor mecanic; 10 - motorul de antrenare a distribuitorului mecanic; 11 - reductor de turații; 12, 13, 14 - conducte de alimentare cu apă pentru jeturi de tip I, II și III; 15 - conductă de golire; 16 - conductă de preaplin; 17 - pompă de epuisment; 18 - racord la canalizare; 19 - vană de închidere și reglare; 20 - robinete de golire în caz de avarie sau în sezonul rece; 21 - compensator de montare.

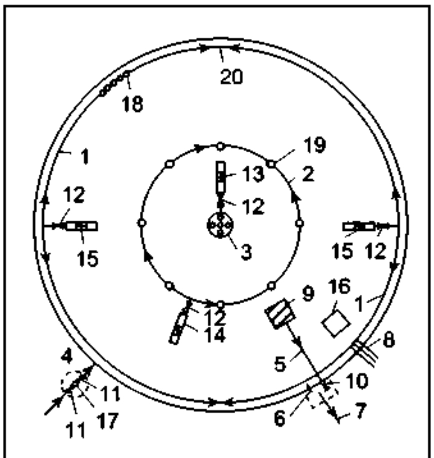


Fig. 4.7.7. Schema instalațiilor hidraulice pentru fântâna arteziană la care recircularea apei se realizează cu pompe submersibile cu ax orizontal:
1 - conductă de alimentare a jeturilor perimetrale înclinate; 2 - conductă de alimentare cu apă a jeturilor verticale; 3 - duză combinată pentru jetul central; 4 - conductă de apă pentru umplere și completare pierderi; 5 - conductă de golire; 6 - conductă de preaplin; 7 - conductă de racord la canalizarea publică; 8 - piesă etanșă pentru montarea cablurilor electrice; 9 - piesă de golire de fund; 10 - robinet normal închis; 11 - robinet de închidere; 12 - robinet de închidere și reglare; 13 - pompă pentru alimentarea duzei centrale; 14 - pompă pentru alimentarea jeturilor verticale; 15 - pompă pentru alimentarea jeturilor înclinate; 16 - tablou electric și de automatizare capsulat; 17 - contor de apă; 18 - duză pentru jeturi înclinate; 19 - duză pentru jeturi verticale; 20 - punct de convergență.

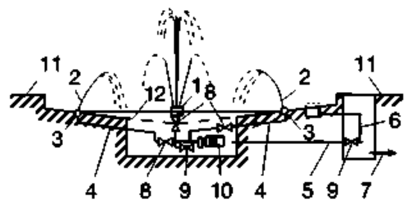


Fig. 4.7.8. Schema instalațiilor hidraulice ale unei fântâni arteziene cu jocuri de apă dotată cu pompă submersibilă și bazin de construcție specială:
1 - duză pentru jet central; 2 - duză pentru jeturi perimetrale; 3 - inel de alimentare pentru jeturi înclinate; 4 - conductă de alimentare a inelului pentru jeturi perimetrale; 5 - conductă de golire; 6 - conductă de preaplin; 7 - conductă de racord la canalizarea publică; 8 - robinet de închidere și reglare; 9 - robinet de golire; 10 - pompă submersibilă; 11 - trotuar; 12 - grătar demontabil.

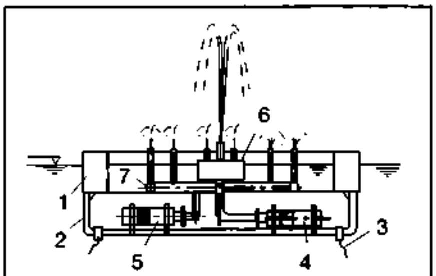


Fig. 4.7.9. Schema instalațiilor hidraulice ale unei fântâni arteziene plutitoare dotată cu pompe submersibile:
1 - plutitor; 2 - cadru de susținere a instalațiilor; 3 - cablu de ancorare; 4 - pompă de alimentare a jeturilor de apă; 5 - pompă de alimentare a jeturilor laterale; 6 - distribuitor; 7 - inel de alimentare a jeturilor laterale.

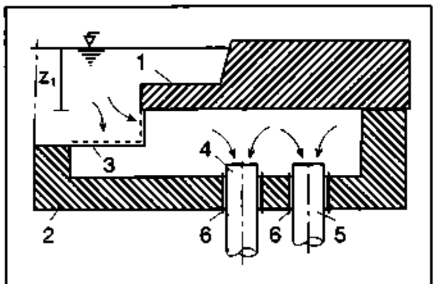


Fig. 4.7.10. Gură de aspirație a apei amplasată la radierul bazinului fântânii arteziene și prevăzută cu grătar de protecție:
1 - soclul corpului central al fântânii; 2 - radierul fântânii și planșeul stației de pompare; 3 - grătarul gurii de aspirație; 4 - conducta de aspirație a grupului I de pompare; 5 - conducta de aspirație a grupului II de pompare; 6 - piesă etanșă de trecere prin plașeul stației de pompare.

pentru asigurarea caracteristicilor geometrice ale jeturilor de apă.

În cazul fântânilor arteziene prevăzute cu recircularea apei, se recomandă evitarea stațiilor de pompare independente, prin integrarea acestora în structura ansamblului și, în mod deosebit, utilizarea agregatelor de pomare de tip submersibil, montate direct în bazine.

În fig. 4.7.7 se prezintă schema instalațiilor hidraulice pentru o fântână arteziană la care apa este recirculată cu pompe submersibile cu ax orizontal. În această variantă, jocurile de apă se realizează cu motoare electrice cu turație variabilă, programate electronic.

Din punct de vedere arhitectural, pentru a realiza o comunicare mai intimă între privitor și fântâna arteziană, mai ales când jocurile de apă sunt asociate cu jocuri de lumini printr-un sistem adecvat de iluminare nocturnă, se poate renunța la marginea bazinului, obținându-se efecte estetice remarcabile. Schema instalațiilor hidraulice ale unei astfel de fântâni arteziene în varianta cu pompe submersibile este redată în fig. 4.7.8.

O variantă a fântânii arteziene dotată cu pompe submersibile este fântâna arteziană plutitoare, a cărei schemă funcțională se prezintă în fig. 4.7.9 și care poate fi amplasată pe lacurile din parcurile de agrement.

Amenajarea fântânilor arteziene pe lacuri sau cursuri de apă se recomandă numai în condițiile în care apele nu sunt contaminate cu afluenți poluanți.

O problemă deosebit de importantă legată de aspirația apei din bazinele fântânilor arteziene este evitarea formării vârtejurilor în zona de aspirație, ceea ce duce la aspirația aerului o dată cu apa și, ca urmare, la posibilitatea apariției fenomenului de cavitație la pompă. Acest regim duce atât la consecințele grave cunoscute pentru pompe, cât și la dereglarea funcționării întregii instalații pentru formarea jeturilor de apă. Pentru evitarea formării vârtejurilor se iau măsuri constructive și funcționale, ca de exemplu: asigurarea unei înălțimi minime a stratului de apă peste partea superioară a gurii de aspirație, astfel încât aceasta să lucreze înecat; asigurarea unor viteze minime ale apei în zona gurii de aspirație etc.

În fig. 4.7.10 se prezintă o soluție constructivă de gură de aspirație, cu bune rezultate în exploatare.

Construcția bazinului fântânii trebuie să permită golirea completă a apei în timpul iernii, penru evitarea înghețului. Radierul bazinelor trebuie să aibă o pantă de cel puțin 5 ‰ spre punctul de scurgere.

Pentru spălarea radierului și a ornamentelor din interiorul fântânilor arteziene se recomandă, fie folosirea hidranților de grădină (dacă există), fie montarea unui racord cu robinet dublu serviciu cu port-furtun, la gurile de alimentare cu apă a bazinului, pentru umplerea și completarea pierderilor de apă.

Hidroizolația interioară a fântânilor arteziene poate fi rigidă sau elastică. Piesele etanșe de trecere a conductelor prin pereții bazinelor se adaptează tipului de hidroizolație folosit fiind înglobate în pereți sau radier o dată cu turnarea betonului.

În condițiile existenței unor betoane impermeabile, conductele de alimentare cu apă pot fi montate și direct în elementele de construcții ale fântânilor arteziene.

4.8. Fântâni publice pentru băut apă

Se recomandă amplasarea acestora în parcuri, grădini, pe bulevarde sau străzi principale, în piețe publice etc.

Realizarea tehnică a fântânilor trebuie să asigure utilizarea rațională și în condiții de confort igienico-sanitar a apei potabile. Întrucât folosirea lor este sezonieră (vara) pentru perioada de iarnă se iau măsuri de protecție termică împotriva înghețului, evitând pe cât posibil operațiunile incomode de demontare și reinstalare periodică a fântânilor.

Elementele componente ale unei fântâni publice pentru băut apă sunt: corpul fântânii, dispozitivul de acționare (manetă, pedală, celulă fotoelectrică), dispozitivul de folosire, robinetul de închidere generală, legătura la rețea, sistemul de colectare a apei nefolosite, conductele de evacuare și scurgere, racordul la canalizare, platforma betonată de protecție.

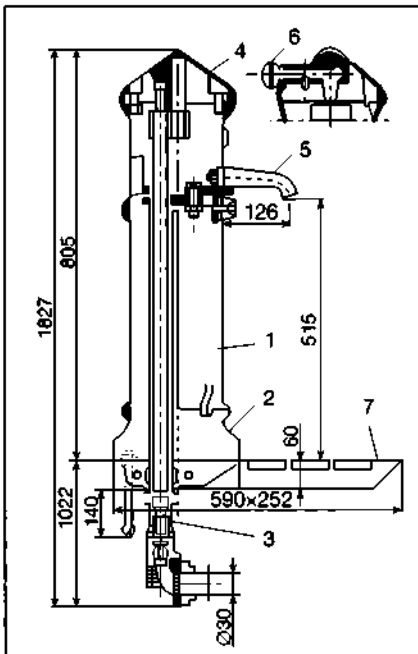


Fig. 4.8.1. Fântână publică pentru băut apă (construcție franceză):
1 - corpul fântânii; 2 - cofret; 3 - coloană montantă; 4 - capac; 5 - pipă; 6 - buton de manevră; 7 - grătar.

În fig. 4.8.1 se prezintă o fântâna publică pentru băut apă de construcție franceză.

4.9. Instalații pentru stropit spații verzi

Pentru întreținerea spațiilor verzi se folosesc hidranți de stropit sau sisteme moderne cu aspersoare, cu acționare manuală sau automatizată.

Hidranții pentru stropit spații verzi, (hidranții de grădină) sunt dispozitive alimentate cu apă rece sub presiune din rețelele exterioare. La hidranți, prin intermediul unor piese speciale sunt racordate furtunuri cu țevi de refulare pentru formarea și dirijarea jeturilor de apă pe suprafețele spațiilor verzi.

Debitul și presiunea de utilizare a apei trebuie asigurate prin rețelele exterioare pentru buna funcționare a hidranților de stropit spații verzi.

Numărul hidranților sau aspersoarelor depinde de:

- cantitatea de apă necesară fiecărei suprafețe în funcție de tipul plantațiilor (gazon, straturi de flori etc.);
- cantitatea de apă disponibilă;
- presiunea apei;
- intensitatea de stropire;
- necesarul de apă în funcție de norma de udare;
- caracteristicile hidraulice ale aparatului de stropire;
- mărimea suprafeței.

Hidranții subterani de construcție românească sunt standardizați având diametrele nominale egale cu 20 și 25 mm și sunt prevăzuți cu orificiu de golire pentru evitarea înghețării apei în timpul iernii.

În fig. 4.9.1 se prezintă un hidrant pentru stropit spații verzi de construcție franceză echipat cu o priză frontală cu racord simetric, prin flanșa având D_n = 80 mm, având presiunea maximă de serviciu 16 bar. Corpul hidrantului se montează la suprafața terenului ceea ce reprezintă un avantaj în exploatare.

Pentru stropirea locală a spațiilor florale se recomandă sistemul GARDENA care folosește aspersoare programate electronic obținând importante economii de apă.

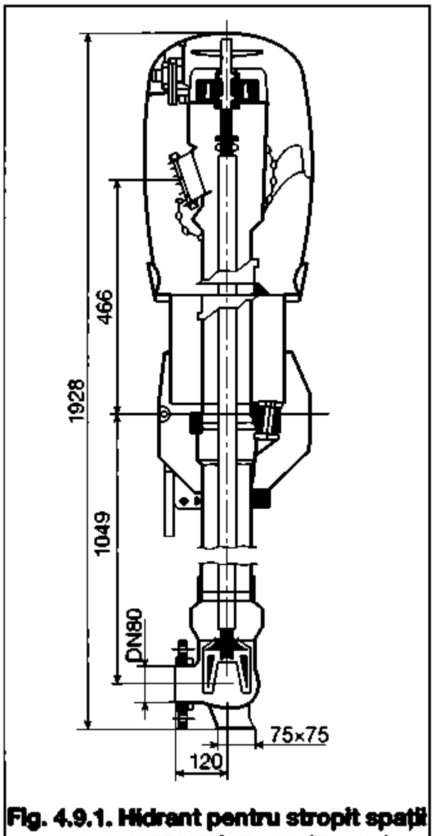


Fig. 4.9.1. Hidrant pentru stropit spații verzi tip HERMES Dn 80 (Franța).

4.10. Instalații de alimentare cu apă și canalizare în piețe publice fixe sau volante, amplasate în aer liber

În viața oricărui oraș, comerțul reprezintă o activitate de care este interesată și la care participă aproape întreaga populație. În particular, comerțul cu produse agroalimentare (legume, zarzavaturi, fructe etc.) se desfășoară în cea mai mare parte în piețe publice, fixe sau volante, amplasate în aer liber, pe platouri acoperite și prevăzute cu amenajări constructive necesare expunerii mărfurilor.

Dotarea cu instalații sanitare a piețelor publice fixe sau volante, amplasate în aer liber, pe platouri, este o condiție strict necesară pentru desfășurarea unui comerț civilizat de produse agroalimentare cu respectarea regulilor igienicosanitare, în vederea asigurării sănătății populației.

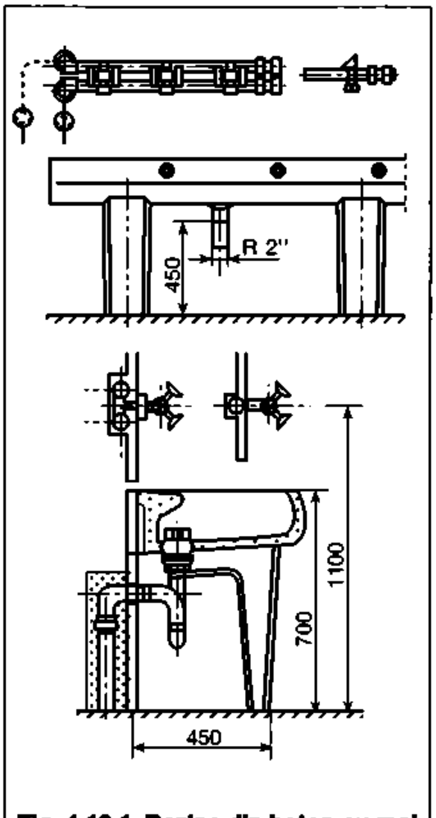


Fig. 4.10.1. Bazine din beton cu mai multe compartimente căptușite cu faianță și prevăzute cu instalații de alimentare cu apă și canalizare.

Principalele dotări necesare în piețele publice fixe sau volante, amplasate în aer liber, sunt următoarele:

a) bazine din beton (spălătoare), cu mai multe compartimente, căptușite la interior cu faianță și alimentate printr-o conductă cu apă rece sub presiune, prevăzute cu robinete pentru spălarea legumelor, fructelor etc. (fig. 4.10.1). Bazinele se racordează cu conducte la rețeaua exterioară de canalizare prin intermediul unui cămin de racord. În fig. 4.10.2 se prezintă o soluție de spălător circular, având baterie cu robinete pentru apă rece montate pe o conductă inelară, ceea ce permite accesul ușor al utilizatorului.

Condițiile de realizare a acestor dotări sunt:

a) existența rețelei exterioare de alimentare cu apă rece având debitul și presiunea necesare și a rețelei exterioare de canalizare în zona respectivă;
b) prevederea unui separator de nisip (și/sau de nămol), prevăzut în cazul unor debite mari de ape uzate evacuate de la mai multe bazine (spălătoare); apele uzate sunt preepurate și apoi deversate în rețeaua exterioară de canalizare;
c) existența unor closete publice;
d) prevederea unor hidranți pentru stropit sau robinete cu portfurtun racordate la rețeaua de apă, pentru spălarea platourilor și a meselor din beton folosite pentru expunerea mărfurilor agroalimentare.

Amplasamentul, numărul, dimensiunile (capacitățile) și formele constructive ale bazinelor (spălătoarelor) se stabilesc de proiectanți (ingineri, arhitecți) în funcție de mărimea pieții, caracterizată prin numărul standurilor de expunere a mărfurilor agroalimentare, numărul (rulajul) consumatorilor, cantitățile (estimate) de mărfuri ce vor fi

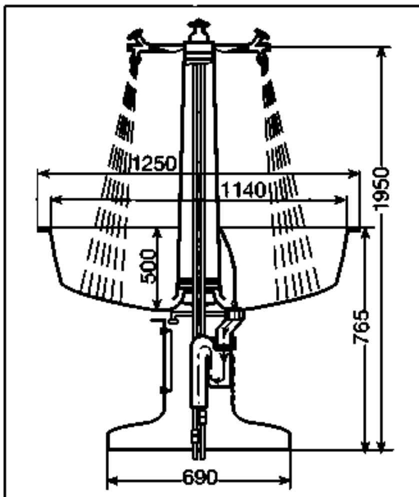


Fig. 4.10.2. Spălător circular cu baterie de robinete pentru apă rece, montate pe o conductă inelară.

vândute etc. Se recomandă ca amplasarea bazinelor de spălare să se facă în axa de simetrie a platourilor și în centrul zonei destinate desfacerii produselor agroalimentare.

Se recomandă ca amplasarea closetelor publice în zona piețelor să se facă la distanțe de circa 50 m de platourile destinate desfacerii mărfurilor asigurându-se condițiile de protecție igienico-sanitare.

I. Instalații sanitare

Capitolul 5

Instalații sanitare în clădiri izolate

Prin clădiri izolate se înțeleg acele clădiri care sunt amplasate în localități sau zone lipsite de rețele publice de alimentare cu apă și canalizare, cum sunt unele clădiri din mediul rural, din zonele de deal și de munte etc., pentru care se prevăd instalații locale de alimentare cu apă și canalizare.

5.1. Instalații locale de alimentare cu apă rece

Pentru clădirile din mediul rural amplasate în zone de șes, principala sursă de alimentare cu apă potabilă o constituie apa subterană.

După adâncimea nivelului liber al apei față de nivelul solului, apa subterană poate fi la:

- *mică adâncime* (5...10 m), captată cu puțuri sau fântâni săpate și extrasă cu pompe submersibile acționate de motoare electrice, cu pompe de mână, sau cu găleți (fără posibilități de contaminare). Pentru protecția calității apei, nu se admit puțuri sau fântâni cu adâncimi sub 5 m sau în puncte a căror apropiere de surse de poluare (contaminare) este sub 50 m (closete, grajduri, gropi de gunoi etc.);
- *adâncime medie* (10...50 m), captată cu puțuri săpate și executate din tuburi din beton cu diametrul 200...1000 mm; această apă corespunde din punct de vedere bacteriologic și de regulă, este extrasă cu pompe submersibile;
- *mare adâncime* (50...200 m), captată prin puțuri forate și extrasă cu pompe submersibile; această apă prezintă avantajul că este corespunzătoare din punct de vedere bacteriologic, dar și dezavantajul unor costuri specifice de investiție mari, iar uneori poate fi mineralizată (cu concentrații mari de fier și mangan) necesitând instalații de tratare (deferizare, demanganizare etc.).

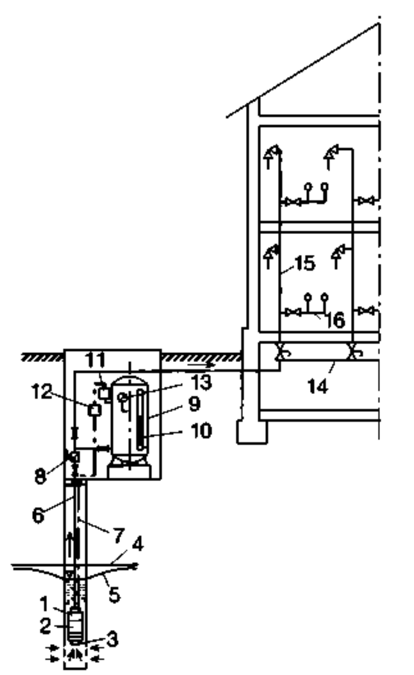


Fig 5.1.1. Instalație locală de alimentare cu apă din puț de adâncime medie, cu pompă submersibilă și hidrofor:
1 - pompă submersibilă; 2 - motor electric; 3 - sorb cu clapetă de reținere; 4 - nivelul hidrostatic al apei subterane; 5 - nivelul hidrodinamic al apei subterane; 6 - conductă de refulare a apei; 7 - cablu electric izolat; 8 - clapetă de reținere; 9 - recipient de hidrofor; 10 - indicator cu sticlă de nivel; 11 - presostat; 12 - automat pentru pornirea - oprirea pompei; 13 - manometru; 14 - conductă de distribuție a apei; 15 - coloană; 16 - conductă de legătură (derivație) la obiectele sanitare.

Instalațiile locale de alimentare cu apă rece pot fi cu:

- pompe submersibile și recipiente de hidrofor (fig. 5.1.1). Se pot folosi recipiente de hidrofor de tip obișnuit (standardizat) sau cu membrană (balon) din cauciuc; recipientul de hidrofor, împreună cu armăturile anexe și aparatele de automatizare se pot amplasa într-un cămin exterior, prevăzut cu capac și scară metalică interioară de acces, sau într-un spațiu tehnic adecvat din interiorul clădirii;
- pompe submersibile și rezervoare de înălțime (fig. 5.1.2), în care caz, pompa poate fi acționată automat în funcție de nivelul apei din rezervor, printr-un plutitor pus în legătură cu o contragreutate prin intermediul unui cablu pe care sunt fixate două limitatoare ce acționează maneta automatului de pornire a pompei (la atingerea nivelului minim al apei în rezervor) sau de oprire a pompei (la stabilirea nivelului maxim al apei în rezervor.

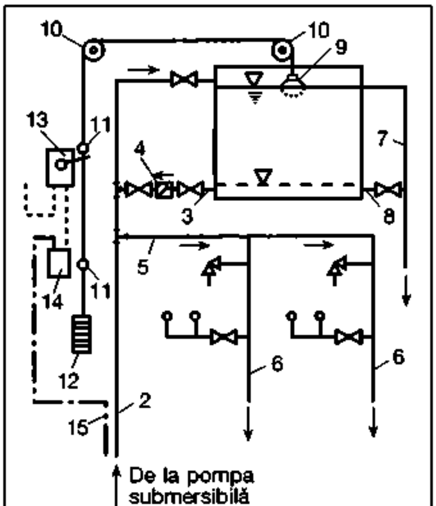


Fig 5.1.2. Instalație locală de alimentare cu apă din puț de adâncime medie, cu pompă submersibilă și rezervor de înălțime:
1 - rezervor de înălțime; 2 - conductă de refulare a pompei (de alimentare cu apă a instalației și a rezervorului de înălțime); 3 - conductă de distribuție a apei din rezervorul de înălțime; 4 - clapetă de reținere;
5 - conducta principală de distribuție a apei; 6 - coloană; 7 - preaplin;
8 - conductă de golire a rezervorului; 9 - plutitor; 10 - scripete; 11 - limitator; 12 - contragreutate; 13 - automat cu pârghie; 14 - automatul de pornire - oprire a pompei; 15 - cablu electric.

Pentru clădirile amplasate în zone de munte (și uneori de deal) alimentarea cu apă potabilă poate fi asigurată prin captări din izvoare (dacă există) și acumulare în rezervoare, din care apa este distribuită gravitațional sau prin pompare (în funcție de cota geodezică a rezervorului față de cota celui mai înalt punct de consum al apei).

5.2. Instalații locale de canalizare

Instalațiile de canalizare a apelor uzate menajere din interiorul clădirilor izolate se proiectează și se execută ca și instalațiile din clădirile racordate la rețelele exterioare de canalizare.

De regulă, apele uzate menajere provenite din clădiri amplasate în zone necanalizate sunt evacuate în fose septice unde sunt limpezite și conduse apoi în conducte de drenare sau într-un puț absorbant din care sunt infiltrate în sol, cu condiția să nu producă contaminarea apei freatice.

Fosa septică (fig. 5.2.1) are forma dreptunghiulară în plan, se execută din zidărie de cărămidă sau beton și este compusă, de regulă, din patru compartimente. Primul compartiment are un volum egal cu jumătate din volumul total al fosei, iar celelalte compartimente au volume egale fiecare având 1/6 din volumul total al fosei. Volumul util se consideră pe o înălțime de 1,0 m, ceea ce corespunde la 1 m^2 suprafață pentru 1,0 m^3/zi apă uzată, timpul de trecere a apei uzate prin fosa septică fiind de 3-4 zile, ceea ce revine pentru volumul util al fosei la 300...500 l/pers. În fosa septică sunt reținute materiile în suspensie (prin sedimentare). Pentru eliminarea sedimentului depus, fosa septică se curăță (vidanjează) o dată sau de 2 ori pe an.

Apele uzate limpezite pot fi eliminate din fosa septică prin conducte de drenaj, pentru a fi infiltrate în sol, soluție mai puțin recomandată datorită colmatării acestor conducte după un număr mic de ani sau în puțuri absorbante.

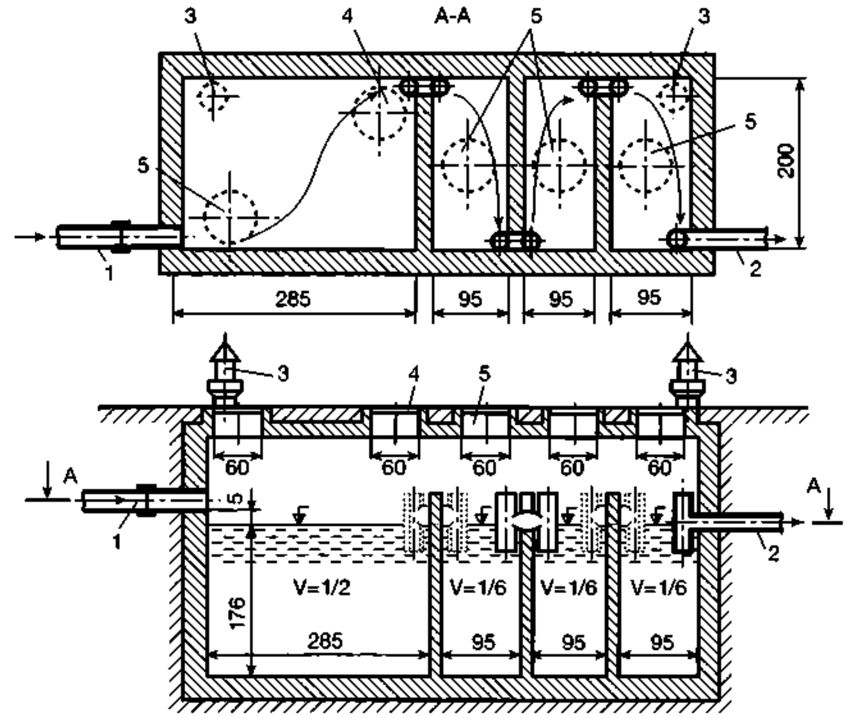


Fig 5.2.1. Fosă septică cu 4 compartimente:
1 - intrare apă uzată; 2 - ieșire apă limpezită; 3 - ventilare (aerisire); 4 - capac din beton sau metalic; 5 - trapă de acces și curățare.

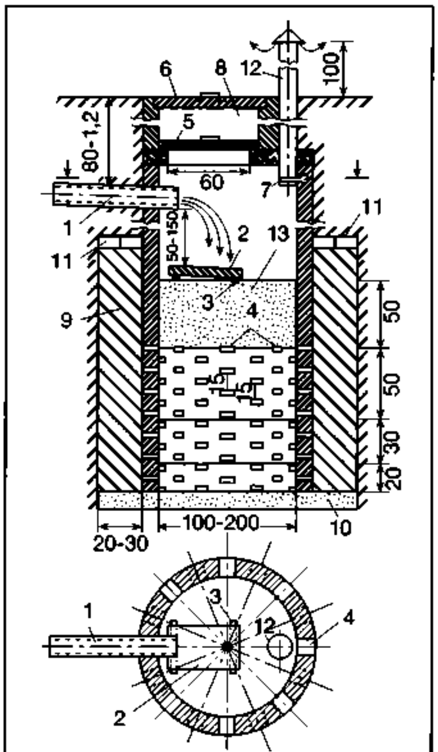


Fig 5.2.2. Puț absorbant cu secțiune circulară:
1 - conductă de aducere a apelor limezite; 2 - placă de stropire pentru dispersarea apei; 3 - șipcă de sprijin; 4 - barbacane (goluri); 5 - capac din lemn; 6 - capac exterior din: lemn, beton sau metalic; 7 - consolă din oțel; 8 - cămin (trapă) de acces și curățare; 9 - drenaj; 10 - strat permeabil; 11 - cărămizi (ecranare); 12 - tub de ventilare; 13 - strat de nisip.

Puțul absorbant (fig. 5.2.2) poate avea secțiune circulară sau pătrată și se realizează ca un filtru. La partea inferioară și la exterior se prevede un material filtrant cu granulații diferite sau cărămidă spartă mărunt. Deasupra acestuia se așterne un strat fin (bine cernut) de nisip și peste acesta se pune o lespede (de piatră) de stropire, care să evite tulburarea stratului de nisip de către apa ce curge (cade) din conducta de intrare a apelor uzate.

Cota conductei de intrare a apei uzate este condiționată de cota de ieșire din fosa septică amplasată în amonte. Între conducta de intrare a apei uzate și stratul de nisip se lasă un spațiu cu înălțime de 0,50...1,50 m în care se poate acumula o cantitate de apă în momentul în care debitul depășește posibilitatea de filtrare în sol. Apele uzate ce cad pe placa de stropire străbat stratul filtrant și sunt infiltrate în sol prin barbacanele (golurile) prevăzute în pereții tubului inferior. Diametrul sau latura puțului absorbant variază între 1,0 și 2,0 m. Se recomandă ca distanța de la fundul puțului la nivelul maxim al apelor freatice să fie de cel puțin 1,0 m. Capacitatea puțurilor absorbante este (aproximativ): în pământuri nisipoase, 150...200 l/m^2 zi; în pământuri argiloase - nisipoase, 100...200 l/m^2·zi; în pământuri argiloase, sub 100 l/m^2 zi.

La suprafața stratului filtrant se formează o pojghiță vâscoasă (plancton) care trebuie îndepărtată prin curățarea puțului absorbant (o dată la 3 luni). După curățare, stratul filtrant se completează cu nisip proaspăt.

I. Instalații sanitare

Capitolul 6

Instalații de gaze naturale combustibile

Gazele naturale combustibile se captează din zăcăminte subterane cu ajutorul sondelor și sunt constituite din amestecuri de hidrocarburi saturate metan (în participație volumică de 90... 95 %), etan, propan, butan etc., având în diverse proporții și unele impurități ca hidrogen sulfurat, bioxid de carbon, azot, praf etc.

Gazele naturale combustibile sunt folosite în instalațiile de ardere din clădirile de locuit, social-culturale, industriale și agrozootehnice în scopul obținerii energiei termice, necesare pentru încălzire, nevoi menajere (mașini de gătit, încălzirea apei de consum etc.) sau în diferite procese tehnologice.

6.1. Proprietăți fizice principale ale gazelor naturale combustibile

6.1.1. Stări de referință pentru gazele naturale combustibile

Parametrii de stare ai gazelor naturale combustibile se exprimă la o anumită stare de referință care poate fi: starea normală fizică și starea de referință standard.

- Starea normală fizică, notată cu indicele N, caracterizată prin:
  - temperatura normală fizică, θ_N=0 °C (sau T_N=273,15 K);
  - presiunea normală fizică, p_N=101325 N/m^2=1,01325 bar= =760 mmHg =1,033 ata (atmosferă tehnică absolută);
- Starea de referință standard, notată cu indicele s, definită prin:
  - temperatura standard, θ_s=15°C (sau T_s=288,15 K);
  - presiunea standard egală cu presiunea normală fizică, p_s=p_N.

Pentru instalațiile de gaze naturale combustibile se consideră că temperatura de 15 °C este aproape egală cu media temperaturilor anuale la care gazele trec prin contoare și instalații de utilizare.

Presiunile gazelor naturale se exprimă, de regulă, în scara manometrică (suprapresiuni), având originea egală cu presiunea atmosferică la starea normală fizică, p_N=1,01325 bar (în scara absolută).

6.1.2. Treptele de presiuni în instalațiile de gaze naturale combustibile

Presiunile gazelor naturale combustibile în zăcămintele subterane sunt variabile, astfel că după captare și tratare sunt comprimate cu compresoare de gaze în sistemul de transport și distribuție.

Datorită necesităților de transport și de utilizare, presiunile gazelor în diverse părți ale rețelelor au valori diferite, numite trepte de presiune.

Prin treaptă de presiune se înțelege intervalul cuprins între limitele maximă și minimă ale presiunilor admise în rețelele și instalațiile de utilizare a gazelor combustibile. Treptele de presiuni utilizate sunt:

- presiune înaltă: peste 6 bar;
- presiune medie: între 6 și 2 bar pentru conducte din oțel; între 4 și 2 bar pentru conducte din polietilenă;
- presiune redusă: între 2 și 0,05 bar;
- presiune joasă: sub 0,05 bar.

Valorile treptelor de presiuni au fost stabilite avându-se în vedere: siguranța în funcționare a sistemului de alimentare cu gaze; caracteristicile funcționale ale regulatoarelor de presiune, debitmetrelor (contoarelor) și aparatelor de reglare și automatizare; presiunile de utilizare a arzătoarelor și a altor aparate care funcționează cu gaze naturale combustibile.

Treptele de presiuni delimitează diferitele părți componente ale unui sistem de alimentare cu gaze naturale combustibile.

6.1.3. Densitatea gazelor naturale combustibile

Densitatea (masa volumică) ρ reprezintă masa unității m [kg] de volum V [m^3] de gaz omogen, în condiții determinate de temperatură și presiune și se exprimă prin relația:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad [\text{kg/m}^3] \qquad (6.1.1)$$

Pentru domeniile uzuale de presiuni și temperaturi de utilizare, gazele naturale combustibile se supun legilor gazelor perfecte. În aceste condiții și ținând seama că densitățile gazelor sunt date în tabele la starea normală fizică, densitatea ρ a gazului la o stare oarecare (p,T) se determină cunoscând densitatea ρ_N la starea normală cu relația:

$$\rho = \rho_N \frac{T_N}{p_N} \cdot \frac{p}{T} \quad [\text{kg/m}^3] \qquad (6.1.2)$$

În tabelul 6.1.1 sunt date valorile densității gazului metan pentru câteva temperaturi, la presiune normală. În practica de dimensionare a conductelor de gaze naturale combustibile se folosește mărimea numită densitatea relativă δ a gazului în raport cu aerul, definită ca raportul între densitatea ρ_g unui anumit volum de gaz și densitatea aceluiași volum de aer ρ_a, în aceleași condiții de temperatură și presiune:

$$\delta = \frac{\rho}{\rho_a} \qquad (6.1.3)$$

gazul și aerul fiind considerate gaze ideale.

Tabelul 6.1.1. Valorile densității gazului metan la diferite temperaturi

Temperatura		Densitatea ρ
[K]	[°C]	[kg/m³]
273,15	0	0,716
283,15	10	0,691
288,15	15	0,679
293,15	20	0,667
313,15	40	0,624
323,15	50	0,605
333,15	60	0,587
373,15	100	0,524

Densitatea relativă a unui gaz este o mărime adimensională. La starea de referință normală fizică, densitatea aerului este ρ_{aN}=1,293 kg/m^3 astfel că, densitatea gazului va fi ρ_N=1,293δ.

6.1.4. Viscozitatea gazelor naturale combustibile

Viscozitatea gazelor intervine când abaterile gazului real de la modelul de calcul al gazului ideal sunt importante. În calcule se utilizează coeficientul cinematic de viscozitate ν [m^2/s] definit ca raportul între coeficientul dinamic de viscozitate μ [kg/m·s] și densitatea ρ a gazului:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \qquad (6.1.4)$$

Vâscozitatea gazului variază cu temperatura și presiunea.

6.2. Arderea gazelor naturale combustibile

Procesul de ardere este o oxidare intensă a substanțelor combustibile, însoțită de degajare de căldură și emisie de lumină. Elementele care participă la procesul arderii se numesc reactanți, iar cele care rezultă sunt produșii arderii în care constituenții principali sunt gazele de ardere. Elementele chimice care prin ardere dezvoltă căldură și emit lumină sunt carbonul, hidrogenul și sulful. Emisia de lumină într-un proces de ardere se realizează frecvent prin flacără. După valorile vitezei de propagare v a frontului de ardere se disting trei procese de ardere: deflagrația, v<30m/s; detonația, 30<v<200 m/s; explozia, v>200 m/s. În mod uzual, în instalațiile de ardere a gazelor naturale combustibile se realizează deflagrația.

Arderea gazelor combustibile se produce în două stadii: aprinderea și arderea propriu-zisă.

Procesul de aprindere se caracterizează printr-o perioadă inițială, când prin reacția de oxidare lentă se acumulează energie termică însoțită de ridicarea temperaturii. În această perioadă, combustibilul și oxigenul trebuie să fie aduși într-o stare de agitație moleculară care să asigure contactul între mo-

leculele lor și, în felul acesta, posibilitatea reacțiilor necesare arderii. Când se ajunge la un anumit nivel de temperatură, reacția se accelerează brusc și se transformă în ardere propriu-zisă. Pentru ca arderea să poată continua, cantitatea de căldură degajată trebuie să fie suficientă pentru a aduce în stare de reacție o cantitate cel puțin egală de amestec din imediata vecinătate.

Arderea este un fenomen exotermic de oxidare care se caracterizează prin necesitatea unui aport termic din exterior în faza inițială și care se desfășoară, în continuare, în condiții naturale, fără aport termic din exterior.

În consecință, rezultă că arderea se va produce atunci când temperatura va atinge un anumit punct, numit punct de aprindere, când amestecul de gaz combustibil-oxigen va fi între anumite limite, iar viteza de ardere va avea o anumită valoare.

6.2.1. Temperatura de aprindere

Temperatura până la care trebuie încălzit gazul combustibil pentru a se aprinde se numește temperatură de aprindere și are valori caracteristice pentru fiecare gaz combustibil (tab. 6.2.1).

În general, temperatura de aprindere este mai coborâtă la arderea în oxigen pur (uscat), decât la arderea în aer sau în oxigen umed. Azotul, umiditatea, gazele inerte, impuritățile din gazul combustibil împiedică contactul dintre moleculele gazului și moleculele de oxigen și prin urmare, temperatura de aprindere este necesar să fie mai mare decât în oxigen pur.

În mod practic, aducerea gazului la temperatura de aprindere se realizează printr-o scânteie sau cu o flacără, astfel încât, în punctul unde atinge masa amestecului gaz-oxigen, îl încălzește până la această temperatură.

6.2.2. Limite de amestec

Dacă volumul mic de gaze aprinse inițial nu poate degaja o cantitate suficientă de căldură încât să aducă în stare de ardere gazele din imediata vecinătate, arderea nu poate avea loc. Aceasta se poate întâmpla fie din cauză că este prea puțin gaz în amestecul gaz-oxigen, fie că este prea mult gaz și prea puțin oxigen.

Proporția minimă de gaz, în procente de volum, în amestecul gaz combustibil-aer pentru care arderea poate avea loc se numește limită inferioară de amestec, iar proporția maximă de gaz, limită superioară de amestec (tab. 6.2.2).

În afara limitelor de amestec (fig 6.2.1), arderea nu poate avea loc, chiar dacă s-a făcut aprinderea cu aport de căldură din afara sistemului.

6.2.3. Viteza de ardere

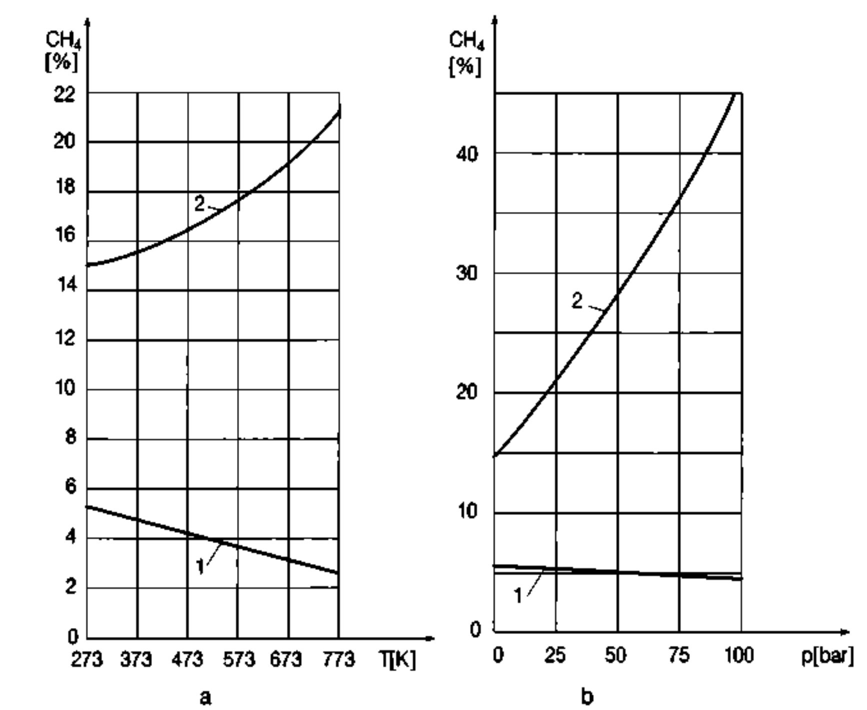
Viteza cu care un volum relativ mic de gaz aduce în stare de ardere amestecul din vecinătatea lui poartă denumirea de viteză de propagare a arderii sau viteză de ardere.

Viteza de ardere depinde de concentrația gazului în amestec, de temperatură, presiune, conductibilitatea termică a amestecului, precum și de căldura specifică medie.

Viteza maximă de ardere se atinge atunci cînd, după ardere, în gazele de ardere nu mai rămâne nici gaz combustibil și nici oxigen (fig 6.2.2 și tab. 6.2.3).

Pentru gazele naturale, care sunt amestecuri de gaze combustibile (metan, etan, propan, butan etc.), ca viteză de ardere, se consideră media vitezelor de ardere ale componentelor, iar dacă în amestec se găsesc și gaze care nu ard și care împiedică arderea, așa cum sunt azotul N_2 și bioxidul de carbon CO_2, viteza maximă de ardere se calculează cu următoarea formulă dedusă experimental:

$$v_{max} = v_0 \left(1 - \frac{0,8r'_{N_2} + 1,6r'_{CO_2} - 3r'_{O_2}}{100} \right) \text{ [m/s]} \qquad (6.2.1)$$



a b

Fig. 6.2.1. - Variația limitelor de amestec ale gazului metan în aer:
a - variația în funcție de temperatură (p=1,01325 bar);
b - variația în funcție de presiune (T=273 K);
1 - limită inferioară; 2 - limită superioară.

Tabelul 6.2.1. Temperaturile de aprindere ale principalelor gaze combustibile

Gazul combustibil		În aer atmosferic		În oxigen uscat	
Denumirea	Simbolul	[K]	[°C]	[K]	[°C]
Hidrogen	H_2	843	570	833	560
Oxid de carbon	CO	883	610	863	590
Metan	CH_4	923	650	808	535
Etan	C_2H_6	793	520	773	505
Propan	C_3H_8	753	480	743	470
Butan	C_4H_{10}	733	460	553	280

Tabelul 6.2.2. Limita de amestec pentru arderea principalelor gaze combustibile, la temperatura și presiunea normală [% volum]

Gazul combustibil		Limita în aer		Limita în oxigen	
Denumirea	Simbolul	Inferioară	Superioară	Inferioară	Superioară
Hidrogen	H_2	4,0	74,2	4,0	94,0
Oxid de carbon	CO	12,5	74,0	15,5	94,0
Metan	CH_4	5,1	15,0	5,0	65,0
Etan	C_2H_6	3,0	14,0	3,9	50,5
Propan	C_3H_8	2,1	9,3	2,2	45,0
Butan	C_4H_{10}	1,7	8,4	1,8	40,0

în care:

v_0 este viteza maximă de ardere a gazului combustibil, având valori redate în tabelul 6.2.3;

r'_{N_2}, r'_{CO_2}, r'_{O_2} - cantitățile de gaze respective în amestec [% volum].

6.2.4. Autoaprinderea sau explozia

Amestecul de gaz combustibil se poate autoaprinde, fără vreo intervenție din exterior, prin simpla încălzire până la o anumită temperatură. Temperatura la care amestecul se autoaprinde (explodează) se numește temperatură de autoaprindere și are valorile redate în tabelul 6.2.4.

6.2.5. Calculul arderii gazelor naturale combustibile

Prin calculul arderii gazelor naturale combustibile se urmărește determinarea următoarelor elemente: cantitatea de oxigen sau de aer necesar arderii; temperatura teoretică de ardere, respectiv temperatura flăcării; cantitatea de căldură dezvoltată în urma arderii; cantitatea, compoziția și entalpia gazelor de ardere.

a. Ecuațiile arderii. Convențional, ecuațiile chimice de ardere se exprimă astfel:

$$\sum x_i n_i = \sum y_i m_i + Q \qquad (6.2.2)$$

n_i - substanțele care intră în reacție;

m_i - substanțele care rezultă din reacție;

x_i și y_i - coeficienții stoechiometrici care indică numărul de moli pentru substanțele care intră în reacție, respectiv pentru substanțele care rezultă din reacție;

Q - căldura de reacție sau efectul termic al reacției de ardere la starea de referință standard, T_s=288,15 K

Ecuațiile chimice după care se desfășoară arderea sunt:

- ecuația de ardere a carbonului, cu producere de CO_2:

$$C+O_2=CO_2+Q; \quad Q=32{,}9\cdot10^6 \text{ J/kg C} \qquad (6.2.3)$$

- ecuația de ardere incompletă a carbonului, cu producere de CO:

$$C+1/2O_2=CO+Q; \quad Q=9{,}3\cdot10^6 \text{ J/kg C} \qquad (6.2.4)$$

- ecuația de ardere a hidrogenului, cu producere de apă lichidă:

$$H_2+1/2O_2=H_2O+Q; \quad Q=142{,}29\cdot10^6 \text{ J/kg } H_2 \qquad (6.2.5)$$

- ecuația de ardere a hidrogenului, cu producere de vapori de apă:

$$H_2+1/2O_2=H_2O+Q; \quad Q=120{,}1\cdot10^6 \text{ J/kg } H_2 \qquad (6.2.6)$$

- ecuația de ardere a sulfului:

$$S+O_2=SO_2+Q; \quad Q=9{,}24\cdot10^6 \text{ J/kg S} \qquad (6.2.7)$$

- ecuația de ardere a oxidului de carbon:

$$CO+1/2O_2=CO_2+Q; \quad Q=10{,}12\cdot10^6 \text{ J/kg CO} \qquad (6.2.8)$$

- ecuația de ardere a hidrocarburilor:

$$C_mH_n+\left(m+\frac{n}{4}\right)O_2=mCO_2+\frac{n}{2}H_2O+Q \qquad (6.2.9)$$

Căldura degajată la arderea hidrocarburilor este egală cu suma dintre căldura degajată prin arderea a m kmol carbon și n kmol hidrogen, din care se scade sau se adună căldura de formare a hidrocarburii respective indicată în tabelul 6.2.5.

b. Aerul necesar arderii. Oxigenul necesar arderii teoretice, complete, se deduce din relațiile fundamentale ale arderii. Independent de ordinea în care are loc oxidarea, cantitatea de oxigen necesară arderii unui amestec de gaze este aceeași, pentru calculul ei fiind necesar să se cunoască compoziția gazului combustibil.

Se consideră un amestec de gaze cu compoziția:

$$1m_N^3 \text{ gaz}=r_{H_2}+r_{CO}+r_{C_mH_n}+r_{O_2}+r_K \qquad (6.2.10)$$

în care:

r_{H_2}, r_{CO}, $r_{C_mH_n}$ sunt participațiile volumice ale componenților;

$r_K=r_{CO_2}+r_{SO_2}+r_{H_2O}+r_{N_2}$ sunt participațiile volumice ale componenților care nu ard.

Cantitatea minimă de oxigen, teoretic, este:

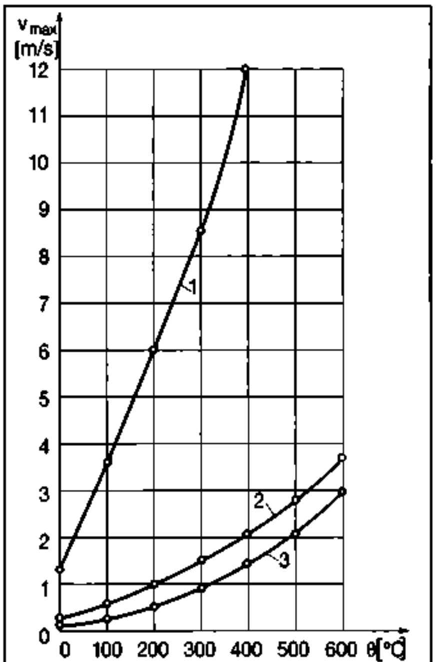


Fig. 6.2.2. Variația vitezei de ardere în funcție de temperatura amestecului:
1- hidrogen; 2 - oxid de carbon; 3 -metan.

Tabelul 6.2.3. Vitezele maxime de ardere în aer pentru principalele gaze combustibile (la starea normală tehnică)

Gazul combustibil		Viteza maximă de ardere	Concentrația de gaz pentru obținerea vitezei maxime
Denumirea	Simbolul	[m/s]	[% volum]
Hidrogen	H_2	2,67	42
Oxid de carbon	CO	0,415	43
Metan	CH_4	0,37	10
Etan	C_2H_6	0,45	6,3
Propan	C_3H_8	0,41	4,2
Butan	C_4H_{10}	0,37	3,3

Tabelul 6.2.4. Temperaturile de autoaprindere și limitele de explozie pentru principalele gaze combustibile

Gazul combustibil		Temperatura de autoaprindere		Limita de explozie [%volum în aer]	
Denumirea	Simbolul	[K]	[°C]	Inferioară	Superioară
Hidrogen	H_2	843	570	4,15	75,00
Oxid de carbon	CO	878	605	12,80	75,00
Metan	CH_4	923	650	5,00	16,00
Etan	C_2H_6	743	470	3,00	15,00
Propan	C_3H_8	719	446	1,50	9,50
Butan	C_4H_{10}	703	430	1,60	8,50

Tabelul 6.2.5. Caracteristicile de ardere a principalelor gaze combustibile

Gazul combustibil		N	M	V_{O_2}	V_{aer}	C_h
Denumirea	Simbolul		[kg/kmol]	[m^3]	[m^3]	[kcal/kmol]
Hidrogen	H_2	2	2,016	0,5	2,38	-
Oxid de carbon	CO	2	28,011	0,5	2,38	29,7
Metan	CH_4	5	16,043	2,0	9,52	21,7
Etan	C_2H_6	8	30,071	3,5	16,66	29,1
Propan	C_3H_8	11	44,098	4,0	19,05	30,9
Butan	C_4H_{10}	14	58,126	6,5	30,95	32,7

Observații: N-numărul atomilor în moleculă; M - masa moleculară; V_{O_2} - volumul de oxigen pentru ardere; V_{aer} - volumul de aer pentru ardere; C_h - căldura de formare a hidrocarburilor.

$$Q_{min} = \frac{1}{2} r_{H_2} + \frac{1}{2} r_{CO} + \left(m + \frac{n}{4}\right) r_{C_mH_n} - r_{O_2}$$

$[m^3_N]$ (6.2.11)

Coeficienții respectivi se determină folosindu-se ecuațiile chimice ale arderii. De exemplu: pentru stabilirea oxigenului necesar arderii a r_{H_2} $[m^3_N]$ de hidrogen se scrie ecuația de ardere:

$2H_2+O_2=H_2O$ (6.2.12)

de unde rezultă că pentru arderea a 2 kmoli de hidrogen este necesar 1 kmol de oxigen. Dar 1 kmol de gaz oarecare ocupă un volum de 22,414 m^3 și deci pentru arderea a 2×22,414 m^3 de hidrogen sunt necesari 22,414 m^3 de oxigen, adică pentru arderea a 1 m^3 hidrogen va fi nevoie de 0,5 m^3 de oxigen. În același mod se pot stabili și coeficienții pentru ceilalți componenți din ecuația 6.2.11.

În practică, în majoritatea cazurilor, pentru ardere este utilizat oxigenul din aerul atmosferic și nu oxigenul pur. În aceste condiții se impune determinarea cantității de aer necesară arderii care să asigure cantitatea teoretică minimă de oxigen.

Cantitatea de aer uscat, teoretic necesar arderii, ce corespunde cantității de oxigen teoretic minimă, se determină ținând seamă de concentrațiile oxigenului și azotului în aerul uscat cu relațiile:

$$L_{v\,min} = \frac{Q_{v\,min}}{0,21} \quad [m^3_N]$$

sau (6.2.13)

$$L_{g\,min} = \frac{Q_{g\,min}}{0,232} \quad [kg]$$

în care:

L_{vmin}, L_{gmin} reprezintă cantitatea de aer uscat, teoretic necesar arderii $[m^3_N]$ respectiv [kg];

Q_{vmin}, Q_{gmin} - cantitatea de oxigen, teoretic minimă, cu concentrația volumică de 21 %, Q_{vmin} $[m^3_N]$, respectiv cu concentrația în greutate de 23,2 % Q_{gmin} [kg].

Dacă se cunosc participațiile masice ale carbonului g_C și hidogenului g_H, dintr-un kilogram de combustibil, se poate determina cantitatea totală de aer necesară, stoechiometric, pentru arderea a 1 kg de combustibil pe baza ecuațiilor chimice de ardere, ca de exemplu:

$C+O_2=CO_2$;
12 kg+32 kg=44 kg (6.2.14)

Pentru arderea carbonului conținut în 1 kg de combustibil sunt necesare:

$$\frac{32}{12} \cdot \frac{1}{23,2} g_C = 0,115 g_C \; \frac{\text{kg aer}}{\text{kg combustibil}}$$

(6.2.15)

Similar, pentru arderea hidrogenului sunt necesare:

$$\frac{32}{4} \cdot \frac{1}{23,2} g_H = 0,345 g_H \; \frac{\text{kg aer}}{\text{kg combustibil}}$$

(6.2.16)

Cantitatea totală de aer necesară, stoechiometric, pentru arderea a 1 kg de combustibil care conține în total g_C carbon și g_H hidrogen va fi:

$L=0,115g_C+0,345g_H$ kg aer/ kg combustibil. (6.2.17)

Masa moleculară a aerului uscat este M=28,9644 kg/kmol și volumul de aer V necesar va fi:

$$V = \left(0,115 g_C + 0,345 g_H\right) \cdot \frac{22,414}{28,9644} = 0,088987 g_C + 0,266961 g_H$$

m^3_N aer/kg combustibil (6.2.18)

Dacă se cunoaște compoziția gazului, cantitatea de aer necesară arderii a 1 m^3_N de gaz se poate determina cu ajutorul nomogramei din fig. 6.2.3, cu precizarea că aerul și gazul se raportează la aceeași stare de presiune și temperatură. Pe nomograma din fig. 6.2.3 se exemplifică modul de folosire a acesteia, pentru următoarele concentrații volumice ale gazelor:

r_{H_2}=0,25; r_{CO}=0,08; r_{CH_4}=0,17; $r_{C_mH_n}$=0,01; r_{O_2}=0,03; r_{CO_2}=0,17; r_N=0,29

și se obține volumul de aer necesar arderii de 2,4 m^3_N aer/m^3_N gaz.

Pentru ca arderea completă să poată avea loc cu cantitatea de aer teoretic calculată, ar trebui ca amestecul combustibil-aer să fie perfect, adică molecula de oxigen necesară arderii să se găsească lângă molecula gazului combustibil. Având în vedere că amestecul nu poate fi realizat perfect, pentru ca arderea să fie completă, este necesară o cantitate de aer mai mare decât cea teoretică, adică este necesar un exces de aer. Coeficientul excesului de aer este:

$$\alpha = \frac{V}{V_{min}} = \frac{L}{L_{min}} \qquad (6.2.19)$$

V și L sunt cantitățile de aer $[m^3_N]$ respectiv [kg] necesare practic arderii, iar V_{min} și L_{min} au semnificațiile cunoscute.

Excesul procentual de aer α' [%] la o ardere completă va fi:

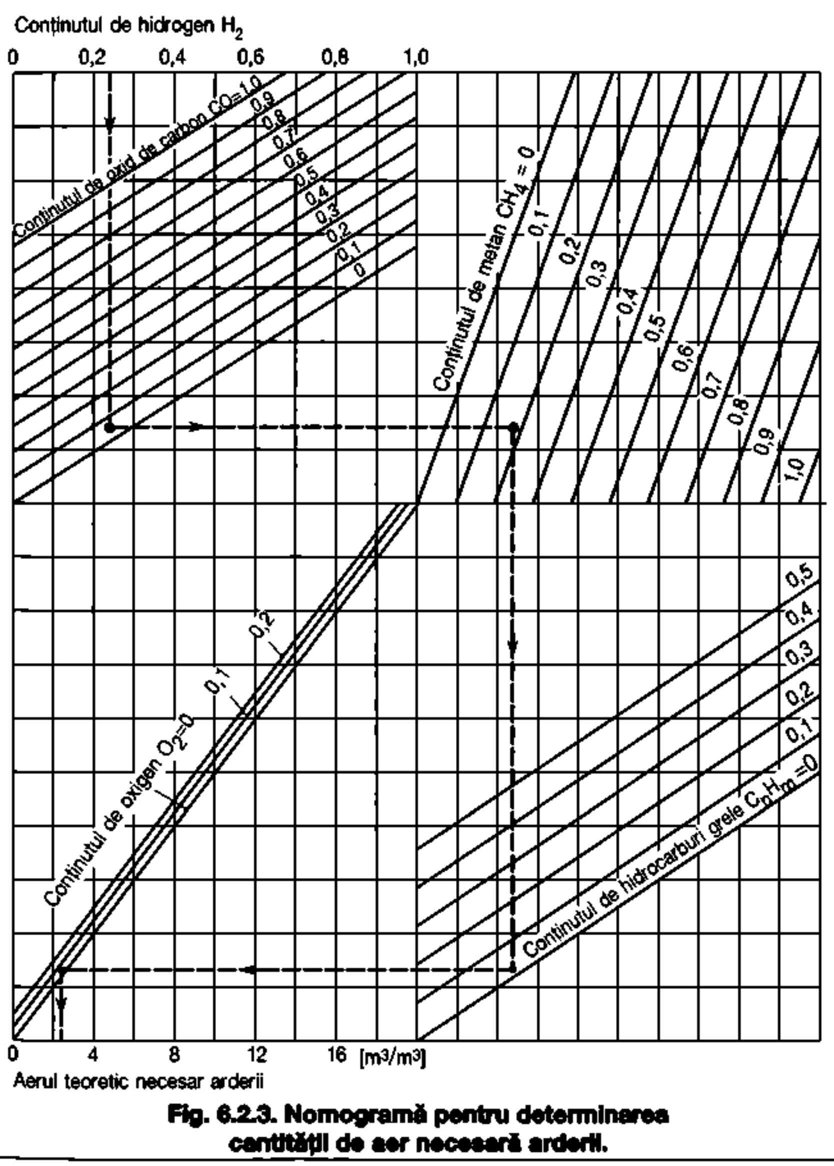


Fig. 6.2.3. Nomogramă pentru determinarea cantității de aer necesară arderii.

$$\alpha'=\frac{V-V_{min}}{V_{min}}\cdot 100=\frac{L-L_{min}}{L_{min}}\cdot 100=(\alpha-1)\cdot 100 \qquad (6.2.20)$$

sau:

$$\alpha=\frac{\alpha'}{100}+1 \qquad (6.2.21)$$

Astfel, cantitatea de aer necesară arderii complete va fi:

$$V=\alpha V_{min} \qquad (6.2.22)$$

Pentru a nu influența, în mod negativ arderea, excesul de aer trebuie să aibă anumite valori optime (α=1,05...1,35).

*c. **Cantitatea gazelor de ardere*** Compoziția gazelor de ardere în procente de volum este:

$$r'_{H_2O}+r'_{CO_2}+r'_{SO_2}+r'_K+r'_{N_2}+r'_{O_2}=100\ \% \qquad (6.2.23)$$

în care:

r'_{H_2O} este volumul de vapori de apă rezultat [%];

r'_{CO_2} - volumul de bioxid de carbon rezultat [%];

r'_{SO_2} - volumul de bioxid de sulf rezultat [%];

r'_K - volumul de gaze care nu ard [%];

r'_{N_2} - azotul din aerul introdus [%];

r'_{O_2} - oxigenul din excesul de aer [%].

Cunoscându-se compoziția gazului, a aerului și cantitatea de aer introdusă în focar, plecând de la ecuațiile chimice de ardere, se poate stabili cantitatea gazelor de ardere, respectiv masa sau volumul gazelor de ardere.

Masa gazelor de ardere se stabilește astfel:

- arderea 1 kg C se formează 44/12 kg CO_2 si deci, la r'_C % carbon se formează o masă de CO_2 de:

$$m_{CO_2}=\frac{44}{12}\cdot\frac{r'_C}{100}=0,0367r'_C \qquad (6.2.24)$$

- masa apei formată din r'_H % hidrogen:

$$m_{H_2O}=\frac{18}{2}\cdot\frac{r'_H}{100}=0,09r'_H \qquad (6.2.25)$$

- masa de bioxid de sulf formată din r'_S % sulf:

$$m_{SO_2}=\frac{64}{32}\cdot\frac{r'_S}{100}=0,02r'_S \qquad (6.2.26)$$

- masa azotului din aerul total introdus în focar:

$$m_{N_2}=\alpha L_{min}\cdot 0,768 \qquad (6.2.27)$$

în care 0,768 (76,8%) reprezintă concentrația volumică a azotului în aerul uscat;

- masa de oxigen din excesul de aer introdus în focar:

$$m_{O_2}=(\alpha L_{min}-L_{min})\cdot 0,232 \qquad (6.2.28)$$

- masa totală a gazelor de ardere este:

$$m_g=m_{CO_2}+m_{H_2O}+m_{SO_2}+m_{N_2}+m_{O_2}+m_K \qquad (6.2.29)$$

Înlocuind valorile obținute rezultă:

$$m_g=0,0367r'_C+0,09r'_H+0,02r'_S+\alpha L_{min}\cdot 0,768+(\alpha-1)L_{min}\cdot 0,232+m_K=$$
$$=0,0367r'_C+0,09r'_H+0,02r'_S+L_{min}(\alpha-0,232)+m_K \qquad (6.2.30)$$

Volumul gazelor de ardere se determină luând ca bază masa acestora, pentru 1 kg de combustibil, astfel:

$$V_{CO_2}=\frac{m_{CO_2}}{12}\cdot 22,414=0,509m_{CO_2}$$

$[m^3_N\ CO_2/\text{kg comb.}]$ (6.2.31)

$$V_{H_2O}=\frac{m_{H_2O}}{18}\cdot 22,414=1,250m_{H_2O}$$

$[m^3_N\ H_2O/\text{kg comb.}]$ (6.2.32)

$$V_{SO_2}=\frac{m_{SO_2}}{64}\cdot 22,414=0,351m_{SO_2}$$

$[m^3_N\ SO_2/\text{kg comb.}]$ (6.2.33)

$$V_{N_2}=\frac{m_{N_2}}{28}\cdot 22,414=0,804m_{N_2}$$

$[m^3_N\ N_2/\text{kg comb.}]$ (6.2.34)

$$V_{O_2}=\frac{m_{O_2}}{32}\cdot 22,414=0,703m_{O_2}$$

$[m^3_N\ O_2/\text{kg comb.}]$ (6.2.35)

Volumul total al gazelor de ardere, V_g, este:

$$V_g=V_{CO_2}+V_{H_2O}+V_{SO_2}+V_{N_2}+V_{O_2}+V_K$$

$[m^3_N\ g/\text{kg comb.}]$ (6.2.36)

în care:

V_K - este volumul de gaze care nu ard.

*d. **Puterea calorică.*** Reprezintă efectul termic ([J] sau [kcal]) al arderii complete a unei cantități de gaz egală cu unitatea. După faza în care se poate afla apa din gazele de ardere se disting două puteri calorice și anume:

- *puterea calorică superioară* P_{cs}, pentru determinarea căreia gazele de ardere se consideră la temperatura de referință (273,15 K sau 288,15 K), apa formată în reacția de ardere fiind adusă la starea de lichid, căldura latentă de vaporizare (condensare) a apei incluzându-se în efectul termic al reacției de ardere;
- *puterea calorică inferioară* P_{ci}, pentru determinarea căreia, gazele de ardere fiind considerate la temperatura de referință (273,15 K sau 288,15 K) apa formată în reacția de ardere este considerată în stare de vapori (la temperatura de referință), căldura latentă de vaporizare a apei scăzându-se din efectul termic al reacției.

În practica instalațiilor de gaze, se folosește aproape exclusiv puterea calorică inferioară. De exemplu, gazul metan are P_{ci}=34,01·10[6] J/m³s (≈8125 kcal/m³s) la T=288,15 K.

În tabelul 6.2.6 sunt date puterile calorice ale unor gaze combustibile simple, la T=273,15 K.

*e. **Temperatura flăcării sau temperatura de ardere.*** Este temperatura produselor de ardere în urma primirii căldurii degajate în timpul arderii combustibilului.

Cantitatea de căldură degajată prin arderea completă a unui gaz combustibil este aceeași indiferent dacă arderea se face în oxigen, în aer, cu sau fără exces de aer.

Temperatura de ardere depinde însă de modul în care se realizează arderea. Cea mai mare temperatură, care este temperatura teoretică de ardere, se realizează la arderea în oxigen, cu cantitatea teoretică de oxigen.

Excesul de oxigen sau folosirea aerului pentru ardere duc la scăderea temperaturii de ardere, respectiv a temperaturii flăcării, deoarece aceeași cantitate de căldură dezvoltată de arderea combustibilului trebuie să încălzească o masă mai mare de gaze, provenite din surplusul de substanță, care nu ia parte la ardere și care sunt vehiculate prin focar, încălzite și eliminate la coș fără utilitate practică. De asemenea, produsele arderii se încălzesc la temperaturi înalte, la care este posibilă disocierea dioxidului de carbon CO_2 și a apei H_2O, proces ce duce la absorbție de căldură.

Temperatura teoretică a flăcării T_f se determină din bilanțul termic al arderii și are expresia:

Tabelul 6.2.6. Puterile calorice ale principalelor gaze combustibile, la T_N=273,15 K și p_N=1,01325 bar

Gazul combustibil		Puterea calorică				
Denumirea	Simb.	Simb.	[MJ/m³N]	[MJ/kmol]	[kcal/m³N]	[kcal/kmol]
Hidrogen	H_2	Q_s	12,759	285,957	3048,3	68323,4
		Q_i	10,784	241,708	2576,5	57748,6
Oxid de carbon	CO	Q_s	12,633	283,151	3018,2	67648,7
Metan	CH_4	Q_s	39,738	890,672	9494,1	212797,0
		Q_i	35,788	802,138	8550,5	191647,5
Etan	C_2H_6	Q_s	69,619	1,560,412	16633,4	372814,4
		Q_i	63,695	1,427,634	15217,9	341087,9
Propan	C_3H_8	Q_s	99,082	2,220,784	23672,6	530590,4
		Q_i	91,183	2,043,739	21785,5	488291,5
Butan	C_4H_{10}	Q_s	128,471	2,879,498	30694,2	687967,5
		Q_i	118,597	2,658,186	28335,2	635093,8
Observații: Simb.=Simbolul.						

$$T_f = \frac{\eta P_{ci} V_c + c_{pa} T_c V_a + c_{pc} T_c V_c - (Q_d + Q_r)}{c_{pg} + V_g} \qquad (6.2.37)$$

în care:

P_{ci} este puterea calorică inferioară a combustibilului [J/m^3];

V_c - volumul de combustibil gazos [m^3];

η - randamentul arderii în focar;

V_a - volumul de aer;

Q_d - cantitatea de căldură pierdută prin efectul disocierii termice a apei și a dioxidului de carbon [J];

Q_r - cantitatea de căldură pierdută prin efectul radiației flăcării în mediul înconjurător [J];

c_{pa}, c_{pc} și c_{pg} - căldura specifică a aerului, combustibilului respectiv, căldura specifică medie a gazelor [J/m^{3}K];

T_a, T_c și T_f - temperatura aerului, combustibilului respectiv și a flăcării [K];

6.2.6. Ardere completă, ardere incompletă

Arderea completă are loc atunci când toate elementele combustibile, precum și compușii lor care ard s-au oxidat complet, conform ecuațiilor teoretice de ardere. Când gazele de ardere sunt considerate la temperatura de referință (273,15 sau 283,15 K) vaporii de apă sunt condensați, volumul lor este neglijabil comparativ cu cel ocupat în stare de gaz. În acest caz, gazele de ardere sunt considerate ca fiind compuse numai din CO_2 și N_2 (tab. 6.2.7).

În practică se ajunge foarte rar la o ardere completă. În funcție de condițiile de presiune, temperatură și intimitatea amestecului, o parte din compuși rămân în stadii intermediare, rezultând compuși care ar mai putea arde. O asemenea ardere este denumită incompletă, fiind caracterizată, în special, prin apariția oxidului de carbon (CO) în gazele de ardere. Combinarea dintre gazele combustibile și oxigen fiind foarte violentă, în gazele de ardere nu se găsește gaz combustibil complet nears, chiar dacă condițiile de ardere nu sunt complet îndeplinite.

Fiind evacuate incomplet oxidate, o parte din componentele combustibile ale gazului nu sunt complet valorificate, eliminându-se odată cu ele cantitatea de căldură nedezvoltată (tab 6.2.8).

Principalele cauze care duc la arderea incompletă sunt:

- aer insuficient sau repartizat neuniform;
- nerealizarea condițiilor de ardere pentru o parte din componenții combustibilului ;
- impurități ale gazului combustibil sau ale aerului;
- construcția necorespunzătoare a arzătoarelor;
- neglijențe în reglarea, urmărirea și controlul arderii.

6.2.7. Controlul arderii

Arderea este cu atât mai completă, cu cât procentul de bioxid de carbon din gazele de ardere este mai apropiat de maximum posibil și oxidul de carbon într-un procent cât mai mic.

În practică, pentru ușurarea calculelor și a controlului arderii se admite ca singur produs al arderii incomplete oxidul de carbon (CO). Conform acestei ipoteze, controlul arderii se reduce la controlul procentului de oxid de carbon, de bioxid de carbon și de oxigen din gazele de ardere.

Procentul maxim de bioxid de carbon rezultat în urma arderii se poate calcula cu relația:

$$r'_{CO_2\,max} = \frac{0,21}{1+\beta} 100 \qquad [\% \text{ de volum}] \qquad (6.2.38)$$

Valoarea lui β calculată pe baza reacțiilor de ardere, considerând ardere completă, este:

Tabelul 6.2.7. Arderea completă a principalelor gaze combustibile în aer

Gazul combustibil		Densitatea	C	H_2	Reacția chimică de ardere	Ca		Pr		$(CO_2)^*$	Puterea calorică [MJ/kmol]	
Denumirea	Simb.	[kg/m^3]	[%]	[%]		O_2 [m^3_N]	N_2 [m^3_N]	Produsul	[m^3_N]	[%]*	Q_s	Q_i
Hidrogen	H_2	0,0899	-	100	$H_2+1/2O_2=$ $=H_2O$	0,50	1,88	H_2O	1,00	-	286,01	241,74
Oxid de carbon	CO	1,250	42,86	-	$CO+1/2O_2=$ $=CO_2$	0,50	1,88	CO_2	1,00	34,72	283,18	283,18
Metan	CH_4	0,716	75,00	25,00	$CH_4+2O_2=$ $=CO_2+2H_2O$	2,00	7,52	CO_2 H_2O	1,00 2,00	11,73	890,78	802,25
Etan	C_2H_6	1,353	80,00	20,00	$C_2H_6+3\ 1/2O_2=$ $=2CO_2+3H_2O$	3,50	13,16	CO_2 H_2O	2,00 3,00	13,19	1560,62	1427,82
Propan	C_3H_8	2,004	81,81	18,10	$C_3H_8+5O_2=$ $=3CO_2+4H_2O$	5,00	18,18	CO_2 H_2O	3,00 4,00	13,79	2221,09	2044,02
Butan	C_4H_{10}	2,682	82,75	17,25	$C_4H_{10}+6\ 1/2O_2=$ $=CO_2+5H_2O$	6,50	24,44	CO_2 H_2O	4,00 5,00	14,06	2879,88	2658,55

Observații: Simb.-simbolul; Ca-cantitatea de aer de ardere teoretic la 1 m^3_N combustibil; Pr-produsele de ardere rezultate la 1 m^3_N combustibil; $(CO_2)^*=CO_2$ maxim în gazele uscate; (%)*=% volum.

Tabelul 6.2.8. Arderea incompletă a principalelor gaze combustibile în aer

Gazul combustibil		Reacția chimică de ardere	Ca		Pr		$(CO_2)^*$	Puterea calorică [MJ/kmol]	
Denumirea	Simbolul		O_2 [m^3_N]	N_2 [m^3_N]	Produsul	[m^3_N]	[%]*	Q_s	Q_i
Metan	CH_4	$CH_4+1\ 1/2\ O_2 =$ $= CO_2+2\ H_2O$	1,5	5,64	CO H_2O	1,00 2,00	15,06	607,60	519,06
Etan	C_2H_6	$C_2H_6+2\ 1/2\ O_2 =$ $= 2\ CO_2+3\ H_2O$	2,5	9,40	CO H_2O	2,00 3,00	17,54	994,26	861,48
Propan	C_3H_8	$C_3H_8+3\ 1/2\ O_2 =$ $=3\ CO_2+4\ H_2O$	3,5	13,16	CO H_2O	3,00 4,00	18,56	1371,54	1194,48
Butan	C_4H_{10}	$C_4H_{10}+4\ 1/2\ O_2 =$ $= 4\ CO_2+5\ H_2O$	4,5	16,92	CO H_2O	4,00 5,00	19,92	1747,25	1525,80

Observații: Ca- cantitatea de aer de ardere teoretic la 1 m^3_N combustibil; Pr-produsele de ardere rezultate la 1 m^3_N combustibil; $(CO_2)^*=CO_2$ maxim în gazele uscate; (%)*=% volum.

$$\beta=2,37\frac{r_{H_2}-\frac{r'_{O_2}}{8}+0,038r'_{N_2}}{r'_C+0,375r'_S} \qquad (6.2.39)$$

în care r'_{H_2}, r'_{O_2}, r'_{N_2}, r'_C, r'_S sunt participațiile volumice în procente de hidrogen, oxigen, azot, carbon și sulf ale gazului combustibil.

Dacă se cunoaște compoziția gazelor de ardere, precum și compoziția gazului combustibil, coeficientul de exces de aer poate fi determinat cu una din următoarele relații:

- în cazul arderii complete:

$$\alpha=\frac{21}{21-79\frac{r'_{O_2}}{r'_{N_2}}};\quad r'_{N_2}=100-r'_{CO_2}-r'_{O_2} \qquad (6.2.40)$$

- în cazul arderii incomplete, limitată numai la CO:

$$\alpha=\frac{r'_{N_2}}{r'_{N_2}-\frac{79}{21}\left(r'_{O_2}-\frac{r'_{CO}}{2}\right)} \qquad (6.2.41)$$

în care r'_{N_2}, r'_{O_2} și r'_{CO} sunt participațiile volumice de N_2, O_2 și CO și gazele de ardere, exprimate în procente.

Controlul arderii se poate efectua prin analiza directă a gazelor de ardere utilizând analizorul de gaz (Orsat) sau folosind metode grafice bazate pe cunoașterea concentrațiilor de bioxid de carbon și de oxigen din gazele de ardere, determinate cu analizorul de gaze. Ca exemplu de aplicare a metodei grafice, în figura 6.2.4 se prezintă triunghiul arderii după Ostwald.

Triunghiul arderii este un triunghi dreptunghic specific fiecărui gaz combustibil, în funcție de compoziția acestuia. Catetele triunghiului formează un sistem de axe perpendiculare (fig. 6.2.4) pe care se reprezintă, la scări egale, procentele de O_2 și CO_2 determinate în gazele de ardere uscate.

Pe cateta AB se reprezintă procentul de O_2 în gazele de ardere uscate. Conținutul maxim de O_2 este de 21 %, realizabil în cazul unui exces de aer infinit ($\lambda=\infty$).

Pe cateta AC se reprezintă procentul de CO_2 în gazele de ardere uscate. Conținutul maxim de CO_2 este CO_{2max}, realizabil în cazul arderii complete cu aerul uscat teoretic necesar ($\lambda=1$).

Punctul B de pe axa absciselor, corespunzător concentrației de 21 % O_2 din aer, se unește cu punctul C de pe ordonată, corespunzător concentrației CO_{2max} și se obține triunghiul ABC, caracteristic gazului combustibil considerat.

Ipotenuza BC reprezintă axa pentru mărimea $1/\lambda$. În punctul B, unde $\lambda=\infty$ și $1/\lambda=0$ este originea pentru mărimea $1/\lambda$, iar în punctul C unde $\lambda=1$, $1/\lambda=1$. Deci mărimea $1/\lambda$ se măsoară dinspre B spre C, la o scară care se deduce ușor împărțind segmentul BC în 10 părți egale, părți ce se marchează prin puncte pe segmentul BC.

Prin punctul C se duce o perpendiculară pe ipotenuza BC, până în punctul D de intersecție cu paralela dusă la aceeași ipotenuză prin punctul A. Segmentul CD reprezintă axa pentru măsurarea conținutului de oxid de carbon în gazele de ardere uscate, în procente volumetrice [% CO]. Conținutul de CO se măsoară dinspre C, unde $CO_2=CO_{2max}$ și deci CO=0, spre punctul D, corespunzător lui $CO_2=0$ și deci $CO_2=CO_{2max}$, când tot carbonul din combustibil este ars în CO. Scara pentru măsura lui CO pe segmentul CD se deduce prin mărimea lui CO_{2max}. Familia de drepte paralele la ipotenuza BC reprezintă dreptele pentru care CO=const.

Pe triunghiul respectiv se pot trasa și drepte λ=const. Cea mai importantă dintre aceste drepte este dreapta corespunzătoare lui $\lambda=1$, adică a arderii cu aerul teoretic, deoarece ea împarte câmpul diagramei în două zone: zona excesului de aer în dreapta și zona lipsei de aer în stânga.

Unul din punctele prin care trece această dreaptă este punctul C, corespunzător arderii complete, la CO_{2max}, cu aerul teoretic $\lambda=1$. Cel de al doilea punct prin care trece această dreaptă ($\lambda=1$) poate fi determinat considerând că arderea are loc incomplet, până la CO_{2max}, cu cantitatea de aer teoretic necesară. În acest caz, în gazele de ardere se va afla cantitatea de oxigen corespunzătoare punctului E, oxigen din aer care nu a luat parte la ardere. Dreapta care unește punctul C cu punctul E reprezintă dreapta $\lambda=1$. Dacă se dau lui λ valorile corespunzătoare punctelor $1/\lambda$ de pe ipotenuza BC și se determină pentru fiecare volumul de oxigen din gazele de ardere, se obțin punctele de pe dreapta AB prin care vor trece dreptele λ=const. Unind punctele corespunzătoare lui O_2 cu punctele de pe ipotenuza pentru care s-au calculat se obține familia de drepte λ=const.

Construcția familiei de drepte λ=const. se simplifică; este suficient să se determine punctul E corespunzător lui $\lambda=1$ și apoi să se ducă paralele la această dreaptă prin punctele de pe ipotenuză, corespunzătoare diferitelor valori considerate pentru λ.

Cu aceasta, construcția triunghiului de ardere după Ostwald se consideră încheiată, cu excepția cazului în care combustibilul pentru care se construiește triunghiul este un combustibil gazos care are în compoziția lui și bioxid de carbon. În acest caz, pe cateta AC se fixează, la scara acestei catete, conținutul de CO_2 în gazul combustibil uscat, raportat la volumul total al gazelor de ardere uscate. Unind punctul A' astfel obținut cu punctul B se obține triunghiul obtuzunghic A'BC care reprezintă triunghiul arderii pentru gazul respectiv.

După construirea triunghiului arderii, în baza procentelor volumetrice de CO_2 și O_2 în gaze de ardere, determinate direct cu ajutorul analizei, se poate caracteriza arderea și se poate determina grafic volumul de oxid de carbon CO și coeficientul excesului de aer λ pentru gazul considerat.

Dacă punctul P de coordonate CO_2 și O_2 cade pe ipotenuza BC arderea este completă (CO=0), desfășurându-se cu excesul de aer corespunzător punctului respectiv. Când punctul P cade în interiorul triunghiului EBC (fig. 6.2.4), respectiv E'BC, arderea este

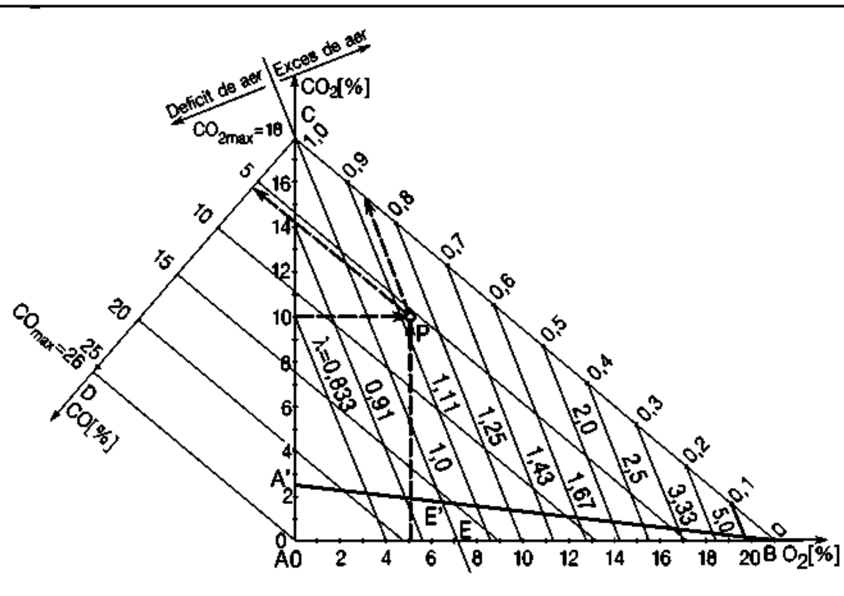


Fig. 6.2.4. Triunghiul arderii după Ostwald.

incompletă, cu exces de aer ($\lambda>1$), conținutul de CO se determină ducând prin punctul P o paralelă la dreptele CO=const până la intersecția cu latura CD pe care se citește conținutul de CO, iar excesul de aer se determină ducând paralelă la familia de drepte λ=const până la intersecția cu ipotenuza BC, pe care se citește de fapt valoarea raportului $1/\lambda$.

Când punctul P cade în interiorul triunghiului EAC (respectiv A'E'C pentru combustibilul ce are în compoziție CO_2), arderea este incompletă, cu aer insuficient ($\lambda<1$). Ca și în cazul precedent, valorile pentru CO și λ se citesc pe dreptele CO=const și λ=const, care trec prin punctul P.

6.3. Materiale și aparate pentru instalații de gaze naturale combustibile

La realizarea sistemului de alimentare cu gaze naturale combustibile sunt admise numai materiale și aparate standardizate, omologate care au, după caz, marcaj CE sau Agrement Tehnic. Agrementul Tehnic va fi însoțit de declarația de conformitate a producătorului care să ateste conformitatea produsului cu acesta.

6.3.1. Țevi și fitinguri metalice

Conductele subterane sau supraterane ale sistemului de alimentare cu gaze naturale se realizează cu următoarele categorii de țevi metalice:

- țevi din oțel fără sudură, laminate la cald, STAS 404/1 și STAS 404/3;
- țevi din oțel fără sudură, trase la rece, STAS 530/1 și STAS 530/3;
- țevi din oțel trase, pentru industria petrolieră, STAS 715/2;
- țevi din oțel sudate elicoidal pentru conducte petroliere, STAS 11082;
- țevi din oțel sudate elicoidal, STAS 6896/2;
- țevi sudate longitudinal, pentru instalații, negre sau zincate, numai pentru conducte supraterane, STAS 7656.

Grosimile minime necesare ale pereților țevilor din oțel sunt redate în tabelul 6.3.1. Peste diametrul de 400 mm, peretele țevii se calculează în funcție de solicitările la care este supusă conducta.

Îmbinările demontabile ale conductelor se realizează cu: mufe stânga - dreapta; nipluri stânga - dreapta; racorduri olandeze; flanșe din oțel, asamblate cu șuruburi. Pentru etanșarea acestor îmbinări se folosesc: fuior de cânepă și vopsea de miniu de plumb; bandă din teflon; garnitură din klingherit sau alte materiale de etanșare, agrementate.

Îmbinările nedemontabile ale conductelor se realizează cu: fitinguri pentru sudare, din oțel; electrozi pentru sudură; sârmă pentru sudură.

Tabelul 6.3.1. Grosimile minime ale pereților țevilor din oțel

D_n [mm]	G_p [mm]	D_n [mm]	G_p [mm]
10	2,35	100	4,00
15	2,50	125	4,00
20	2,50	150	4,50
25	3,25	200	5,00
32	3,50	250	5,60
40	3,50	300	6,30
50	3,50	350	6,30
65	3,50	400	6,30
80	4,00		

Observații: D_n - diametrul nominal; G_p - grosimea peretelui.

6.3.2. Țevi și fitinguri din polietilenă (PE) de înaltă densitate

Țevile și fitingurile din polietilenă de înaltă și medie densitate se pot folosi numai la executarea rețelelor exterioare îngropate în sol, în conformitate cu normele tehnice în vigoare.

Conductele din polietilenă se folosesc în sistemele de alimentare cu gaze cu presiuni până la 4 bar, PE80 și până la 6 bar PE100.

Conductele din polietilenă nu se montează suprateran sau în soluri care conțin produse petroliere.

Țevile din polietilenă se produc cu diametre de la 16 la 630 mm, în două variante de grosimi ale pereților (tab. 6.3.2). Țevile din polietilenă se livrează în tronsoane drepte, în colaci sau rolulite pe tamburi.

Țevile din polietilenă utilizate în sistemele de alimentare cu gaze naturale au diametrele exterioare de la 16 mm până la 800 mm, iar grosimea de perete (prezentată în tabelul 6.3.2.) este conform SRD11.

Pentru îmbinarea țevilor din polietilenă între ele, cu fitinguri sau cu armături din polietilenă sau din metal la îmbinări fixe sau demontabile, sunt utilizate fitinguri din polietilenă (pentru îmbinare prin sudură cap la cap sau prin electrofuziune) sau fitinguri mixte (pentru trecere de la polietilenă la metal)

6.3.3. Armături

Tipurile de armături se aleg în funcție de treapta de presiune a gazelor din instalația în care se montează, după cum se arată în tabelul 6.3.3.

Robinetele cu cep (de tip canea,

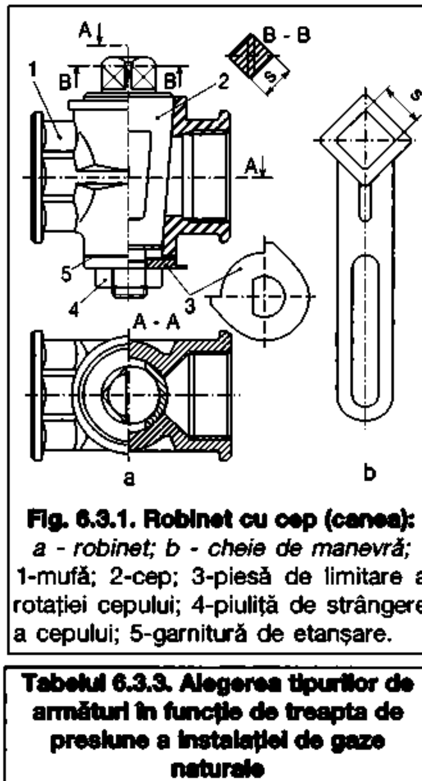


Fig. 6.3.1. Robinet cu cep (canea): *a - robinet; b - cheie de manevră;* 1-mufă; 2-cep; 3-piesă de limitare a rotației cepului; 4-piuliță de strângere a cepului; 5-garnitură de etanșare.

Tabelul 6.3.3. Alegerea tipurilor de armături în funcție de treapta de presiune a instalației de gaze naturale

Tipul armăturii	Treapta de presiune: joasă	redusă	medie
R_{cep}	x	-	-
$R_{s.dr.}$	x	-	-
$R_{s.p.}$	x	x	x
R_v	-	x	x
R_s	x	x	x
R_f	x	x	x

Observații: R_{cep} - robinet cu cep; $R_{s.dr.}$- robinet cu sertar drept; $R_{s.p.}$- robinet cu sertar pană; R_v - robinet cu ventil; R_s- robinet cu sferă; R_f - robinet cu clapă fluture.

Tabelul 6.3.2. Grosimile pereților țevilor din polietilenă pentru rețelele de gaze naturale

D [mm]	G_p [mm]	D [mm]	G_p [mm]	D [mm]	G_p [mm]
16	3,0	110	10,0	315	28,6
20	3,0	125	11,4	355	32,3
25	3,0	140	12,7	400	36,4
32	3,0	160	14,6	450	41,0
40	3,7	180	16,4	500	45,5
50	4,6	200	18,2	560	51,0
63	5,8	225	20,5	630	57,0
75	6,8	250	22,7	-	-
90	8,2	280	25,4	-	-

Observații: D - diametrul; G_p - grosimea peretelui țevii.

fig.6.3.1) sunt prevăzute cu filet interior la racordurile de intrare și respectiv, de ieșire a gazelor. Corpul robinetului se termină la partea superioară cu un cap de secțiune pătrată, astfel, că, pentru acționarea lui este necesară o cheie specială cu orificiu pătrat și cu mâner.

Robinetele cu ventil, cu sertar, cu sferă sau cu fluture au o construcție similară cu cele utilizate în alte tipuri de instalații cu precizările următoare :
- garniturile de etanșare ale organului de închidere sunt rezistente la gaze naturale;
- tija de acționare are un O-ring de etanșare în plus.

6.3.4. Arzătoare de gaze naturale combustibile

Arzătoarele sunt dispozitive care servesc la realizarea amestecului gaz-aer și la introducerea lui în spațiul de ardere numit focar, pentru o ardere cât mai completă și în deplină siguranță.

Arzătoarele se clasifică după următoarele criterii:
- destinație: arzătoare de uz casnic, arzătoare de uz industrial;
- modul de realizare a amestecului gaz - aer: arzătoare cu amestec prealabil, arzătoare fără amestec prealabil;
- modul cum se introduce aerul: cu aer aspirat, cu aer insuflat; pe conducta de alimentare cu gaze a arzătoarelor cu aer insuflat, cu cameră de preamestec, se montează supape de blocare automată, pentru închidere rapidă la scăderea presiunii gazului sau a aerului de combustie;
- presiunea nominală de admisie a gazului: între 20 și 50 mbar; între 50 și 200 mbar; între 200 și 500 mbar; peste 500 mbar;
- temperatura aerului de ardere: cu aer la temperatura mediului ambiant; cu aer preîncălzit;
- presiunea din focar: cu ardere în aer liber (la presiunea atmosferică); cu depresiune; cu suprapresiune.

Arzătoarele de uz casnic (STAS 995) pot fi utilizate atât pentru gaze combustibile naturale cât și pentru gaze petroliere lichefiate. Ele se execută în două tipuri: *tip A* în două mărimi și *tip B* în trei mărimi având caracteristicile funcționale redate în tabelul 6.3.4; se folosesc la mașinile de gătit din bucătăriile restaurantelor, la cazane de fiert rufe sau pentru încălzirea cu sobe.

La arzătorul tip A (fig 6.3.2) gazul combustibil ieșind din ajutaj, prin efectul ejecției, aspiră aerul primar de combustibil, cu care se amestecă până ajung la capul arzătorului. Datorită formei constructive a capului și capacului și a montării lor împreună, se formează un spațiu inelar din care amestecul gaz - aer iese prin orificiile periferice, care au rolul de stabilizare a flăcării. Reglarea puterii termice se realizează manual, continuu.

Arzătoarele pot fi dotate și cu dispozitive proprii de reglare și supraveghere.

La arzătorul tip B (fig 6.3.3) capul este prevăzut cu un mare număr de lamele din bandă din oțel, care formează între ele interstițiile de ieșire a amestecului gaz - aer și stabilizează flacăra. În funcție de mărimea arzătorului, numărul interstițiilor este 100, 138 și 164. Capul arzătorului este protejat de piesa refractară din șamotă.

Arzătoarele de uz industrial tip TD (fig. 6.3.4 și tab. 6.3.5) se folosesc la încălzirea cuptoarelor industriale și a

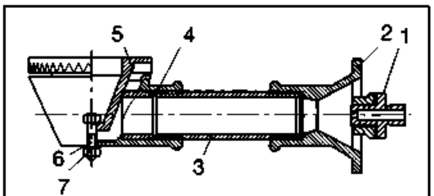


Fig. 6.3.2. Arzător de uz casnic,tip A: 1 - ajutaj; 2 - confuzor - difuzor; 3 - prelungitor din țeavă; 4 - capul arzătorului; 5 - capac; 6 - șurub; 7 - piuliță.

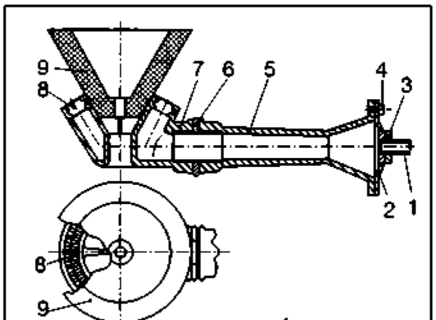


Fig. 6.3.3. Arzător de uz casnic, tip B: 1 - ajutaj; 2 - rozetă; 3 - piuliță; 4 - șurub; 5 - confuzor - difuzor; 6 - niplu dublu; 7 - capul arzătorului; 8 - lamele; 9 - piesă refractară (șamotă).

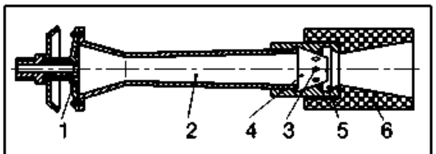


Fig. 6.3.4. Arzător de uz industrial, tip TD: 1 - injector; 2 - tub difuzor; 3 - orificii; 4 - camera de amestec; 5 - orificiu de evacuare; 6 - piesa refractară (șamotă).

Tabelul 6.3.4. Caracteristicile funcționale ale arzătoarelor de uz casnic pentru gaze combustibile (STAS 995)

T_a	M_a	$P_{nom.}$	$D_{nom.}$		$P_{max.}$	$P_{min.}$	D_f
			GN	GPL			
		[kW]	20 mbar	20 mbar	[mbar]	[mbar]	[mbar]
A	400	3,59	0,4	0,1235	25 (GN)	10 (GN)	0,05...0,2
	600	5,90	0,6	0,1855			
B	600	5,90	0,6	0,1855	57,5 (GPL)	42,5 (GPL)	
	1000	9,85	1,0	0,345[1]			
	2000	19,70	2,0	0,618[1]			

Observații: T_a - tipul arzătorului; M_a - mărimea arzătorului; $P_{nom.}$- puterea termică nominală; $D_{nom.}$ - debitul nominal de gaz, [m_N^3/h], la presiunea nominală de admisie; $P_{max.}$ - presiunea de admisie maximă; $P_{min.}$ - presiunea de admisie minimă; D_f - depresiunea în focarele la care sunt montate; [1] - aceste debite nu pot fi asigurate de o butelie de gaz petrolier lichefiat-GPL (STAS 2666); debitele respective pot fi asigurate numai de instalații de gaz petrolier lichefiat.

Tabelul 6.3.5. Caracteristicile funcționale ale arzătoarelor de uz industrial tip TD, pentru gaze naturale combustibile (STAS 4394)

Denumirea caracteristicii	UM	Mărimea arzătorului	
		TD_2	TD_3
Puterea termică nominală	[kW]	19,7	29,6
Debitul nominal de gaz	[m_N^3/h]	2,0	3,0
Presiunea nominală de admisie a gazului	[mbar]	25	25
Presiunea maximă de admisie	[mbar]	500	500
Presiunea minimă de admisie	[mbar]	10	10
Debitele informative, la presiunea de:			
100 mbar		4,0	6,5
250 mbar	[m_N^3/h]	5,6	9,9
500 mbar		7,9	14,0
Depresiunea în focar	[mbar]	0,05...0,1	0,05...0,1
Lumgimea informativă a flăcării la presiunea de admisie de:			
100 mbar		0,5	0,8
250 mbar	[m]	0,6	1,0
500 mbar		1,75	3,8

cazanelor de abur și de apă caldă. Ele funcționează cu preamestec de aer aspirat cu gaze naturale combustibile. Se execută în două mărimi: tip TD 2 cu debitul nominal de 2 m_N^3/h și tip TD 3 cu debitul de 3 m_N^3/h. Gazul pătrunde în arzător prin injector (fig. 6.3.4), trece prin tubul difuzor și se preamestecă cu aerul aspirat prin orificii în camera de amestec de unde iese prin orificiul protejat de piesa refractară, formând flacăra respectivă.

Arzătoarele industriale cu gaz insuflat tip GAR (fig. 6.3.5 și tab. 6.3.6) se folosesc pentru încălzirea cuptoarelor industriale care necesită temperaturi de peste 900 °C și acolo flacăra trebuie să aibă proprietăți speciale necesare procesului tehnologic, de exemplu: să fie reductoare, neutră sau oxidantă. Aceste arzătoare sunt standardizate (STAS 4395) și se fabrică în trei mărimi după valorile debitelor nominale de gaze naturale și anume: GAR 25 (25 m_N^3/h), GAR 100 (100 m_N^3/h) și GAR 200 (200 m_N^3/h).

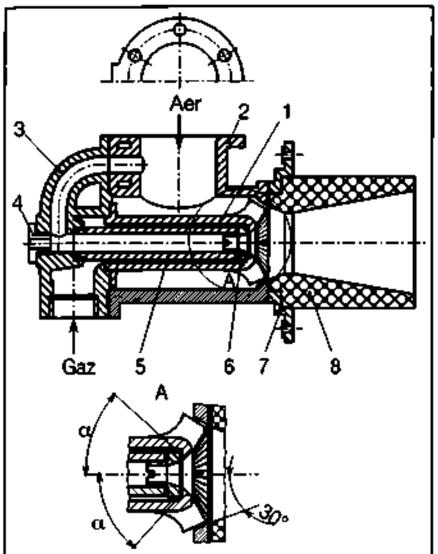


Fig. 6.3.5. Arzător de uz industrial, tip GAR:
1 - corp interior; 2 - corp exterior; 3 - distribuitor; 4 - vizor; 5 - tub central; 6 - ajutaj reglabil; 7 - placă frontală; 8 - piesă refractară.

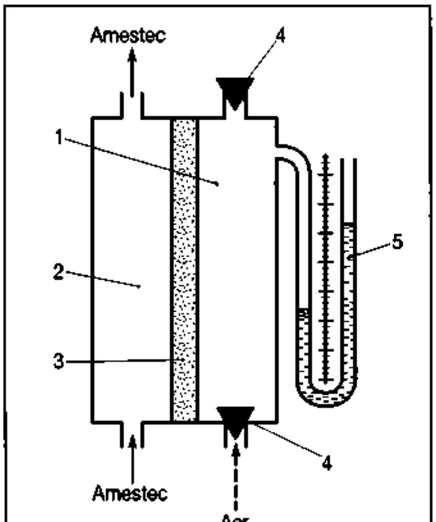


Fig. 6.3.6. Schema unui detector de gaze bazat pe principiul difuziei gazelor:
1 și 2 - camere; 3 - perete gros; 4 - supape; 5 - manometru cu lichid.

Gazul iese printr-un orificiu inelar între tubul central și corpul interior. Mărimea orificiului se poate regla prin acționarea ajutajului reglabil, după demontarea vizorului (fig. 6.3.5).

O cantitate mică din aerul insuflat iese prin tubul central, iar restul de aer prin orificiul inelar dintre corpul interior și corpul exterior. Prin aripioarele directoare de la capătul corpului interior se imprimă aerului o mișcare elicoidală, asigurând un amestec gaz-aer foarte bun.

Arzătoarele tip GAR se construiesc pentru presiunea de alimentare cu combustibil de 50 mbar și temperatura la intrare cea a mediului ambiant. Presiunea de alimentare cu aer (la temperatura mediului ambiant) este de 30...60 mbar, iar temperatura aerului poate fi de 15...200 °C.

6.3.5. Aparate de utilizare a gazelor naturale combustibile

În instalațiile interioare de gaze naturale se utilizează numai aparate omologate sau standardizate. Aparatele de utilizare a gazelor naturale sunt foarte diferite din punct de vedere constructiv și după scopul în care sunt folosite. Indiferent de tipul lor însă, ele sunt dotate cu diverse tipuri de arzătoare pentru presiune joasă și debite sub 1,0 m_N^3/h.

6.3.6. Detectoare de gaze, dispozitive și armături de siguranță și blocare

Detectoarele de gaze, dispozitivele și armăturile de siguranță și blocare au rolul de a asigura exploatarea instalațiilor de gaz fără riscuri de incendii sau explozii și funcționarea sigură a arzătoarelor și aparatelor de utilizare a gazelor naturale combustibile.

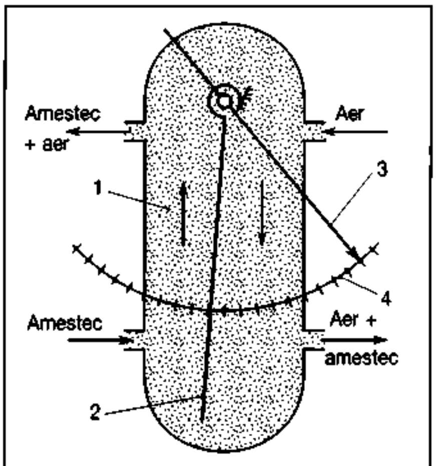


Fig. 6.3.7. Schema unui detector de gaze bazat pe diferența de greutăți specifice:
1 - cameră; 2 - perete despărțitor mobil; 3 - ac indicator; 4 - cadran gradat în unități de concentrație.

Din cauza scăderii presiunii sub anumite limite sau a întreruperii temporare a alimentării cu gaze combustibile, există pericolul stingerii flăcării, iar la revenirea alimentării cu gaze la presiune de regim, să se producă difuzia gazelor în focare sau în încăperi, putând da naștere la incendii sau explozii.

Creșterea accidentală a presiunii gazelor peste presiunea de regim poate duce la ruperea flăcării arzătoarelor, provocând incendii, sau la explozia instalațiilor de gaz.

Detectoarele de gaze permit, fie semnalizarea prezenței gazelor, indiferent de concentrația lor în aer, fie măsurarea concentrațiilor de gaze în aer (analizoare de gaze).

Dispozitivele uzuale de siguranță folosite în cazul scăderii presiunii sau întreruperii alimentării cu gaze sunt supapele de blocare și dispozitivele de siguranță cu flacără de veghe.

Pentru protecția instalațiilor de gaze în cazul creșterii accidentale a presiunii, se folosesc supape de siguranță.

6.3.6.1 Detectoare de gaze

a. Detectorul de gaze bazat pe principiul difuziei gazelor (fig 6.3.6) se compune din două camere despărțite printr-un perete poros. În prima came-

Tabelul 6.3.6. Caracteristicile principale ale arzătoarelor de uz industrial tip GAR, pentru gaze naturale combustibile (STAS 4395)

Mărimea arzătorului	Debitul nominal [m_N^3/h]	Puterea termică nominală [kW]	Puterea termică nominală [kcal/h]	L [m]	T [°C]	$C_{max.}$ [% vol.]
GAR 25	25	250	215000	2,5	1300	
GAR 100	100	1000	860000	3,8		0,1
GAR 200	200	2000	1720000	5,4		

Observații: L - lungimea flăcării la puterea termică nominală; T - temperatura minimă a flăcării la funcționarea cu aer rece, cu excesul de aer maxim; $C_{max.}$ - conținutul maxim de CO în gazele de ardere uscate, cu reglarea efectuată pentru flacără neutră sau oxidantă.

ră pusă în legătură cu un manometru cu lichid se aspiră aer curat și apoi se închide intrarea și ieșirea lui prin supape. Aerul fiind la presiunea atmosferică, manometrul indică poziția zero. Dacă prin a doua cameră trece un curent din amestecul aer-gaz, gazul din amestecul de controlat difuzează prin peretele poros în prima cameră și produce o ușoară creștere a presiunii, care va putea fi citită pe manometru. Dacă se utilizează un manometru cu contact, semnalarea gazului se poate face prin aprinderea unui bec sau printr-o sonerie.

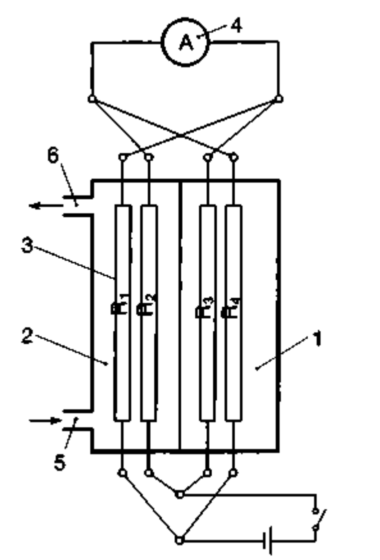


Fig. 6.3.8. Schema detectorului electric de gaze combustibile:
1 și 2 - camere; 3 - rezistențe de platină; 4 - ampermetru; 5 - intrare amestec aer-gaz; 6 - ieșire amestec aer-gaz.

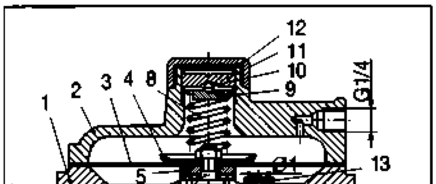


Fig. 6.3.9. Supapă de blocare a conductelor de gaze naturale (varianta b):
1 - corp; 2 - capac; 3 - membrană; 4 - disc superior; 5 - disc inferior; 6 - garnitură; 7 - șurub special; 8 - arc; 9 - taler; 10 - bilă; 11 - disc filetat de reglare; 12 - capac de protecție; 13 - duză; 14 - garnitură; 15 - tijă; 16 - arc; 17 - niplu de etanșare; 18 - garnitură; 19 - presetupă; 20 - manșon de protecție; 21 - inel de acționare.

b. Detectorul de gaze bazat pe principiul diferenței de greutăți specifice (fig. 6.3.7) se compune dintr-o cameră, care are în interior un perete despărțitor mobil, pus în legătură cu un ac indicator care se mișcă în fața unui cadran gradat în unități de concentrație. Printr-o parte și alta a camerei se introduce în același timp în aparat curentul de aer și curentul din amestecul de cercetat aer - gaz. Aerul curat, fiind mai greu decât amestecul aer - gaz, se va lăsa în partea de jos, iar amestecul fiind mai ușor, se va ridica parțial în partea de sus a camerei, ceea ce va face ca peretele mobil să se deplaseze spre partea amestecului aer-gaz, punând în mișcare acul indicator, care va indica astfel prezența gazului.

c. Detectorul electric pentru gaze naturale combustibile (fig. 6.3.8) se bazează pe propietatea platinei de a-și mări rezistența electrică atunci când este supraîncălzită, după o încăzire inițială la 300...400 °C. Detectorul se compune din două camere, în care sunt introduse rezistențele de platină într-un montaj electric corespunzător, în care este introdus și un ampermetru. Dacă în una din camere se găsește aer, prin cealaltă cameră trece gazul din amestecul de cercetat care, la contactul cu rezistențele încălzite, arde catalitic și le supraîncălzește, firul de platină mărindu-și astfel rezistența și semnalizând la ampermetru prezența gazului. Aparatele construite pe acest principiu se caracterizează printr-o mare sensibilitate, putând semnala prezența gazului în concentrații de o parte de gaz la 1000 părți aer.

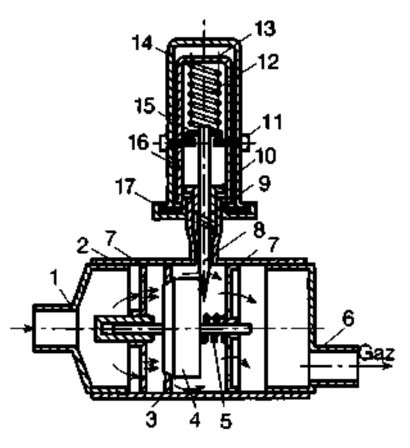


Fig. 6.3.10. Supapă de blocare cu supapă metalică și arc:
1 - racord de intrare gaz; 2 - corpul supapei; 3 - scaunul supapei; 4 - supapă metalică; 5 - arc supapă; 6 - racord ieșire gaz; 7 - suport de ghidare; 8 - percutor de siguranță; 9 - arc percutor; 10 - piuliță de reglare; 11 - șurub limitator; 12 - arc; 13 - tub cu fante; 14 - manșon exterior de armare a percutorului; 15 - limitator; 16 - segmente de etanșare; 17 - garnitură de etanșare.

6.3.6.2 Supape de blocare a conductelor de gaze naturale combustibile

Supapele de blocare se montează pe conductele de gaze naturale combustibile și servesc pentru închiderea automată a orificului de trecere a gazelor în cazul scăderii presiunii în amonte sau a întreruperii alimentării cu gaz.

Spre deosebire de supapele de evacuare care revin automat după restabilirea presiunii, deblocarea supapelor de blocare și repunerea în funcțiune se poate face numai manual.

a. Supapa de blocare cu membrană

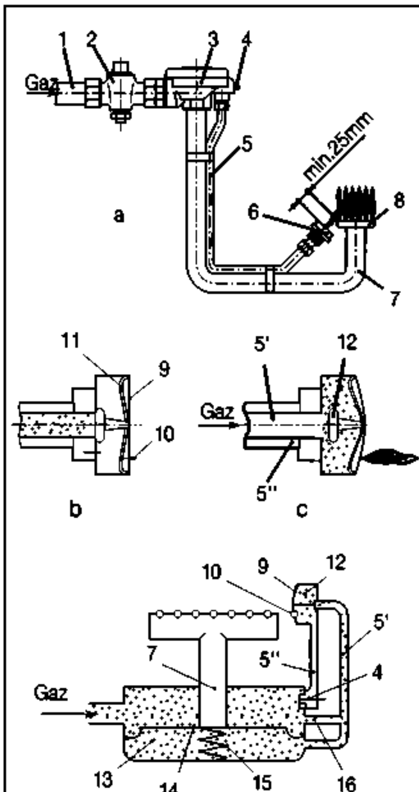


Fig. 6.3.11. Dispozitiv de siguranță cu flacără de veghe:
a - dispozitiv montat la arzător; b - dispozitiv pentru flacăra de veghe în poziția închis; c - dispozitiv pentru flacăra de veghe în poziția deschis; d - schema funcționării ventilului de siguranță;
1 - conducta de alimentare cu gaze; 2 - robinet; 3 - ventilul de siguranță; 4 - buton de amorsare; 5 - conductă pentru flacăra de veghe; 5' - conductă de alimentare cu gaze a flăcării de veghe; 5" - conductă de amorsare rapidă; 6 - dispozitivul flăcării de veghe; 7 - conducta arzătorului; 8 - arzător; 9 - membrană; 10 - orificii; 11 - arc; 12 - supapă; 13 - cameră; 14 - supapă; 15 - arc; 16 - orificiu de laminare.

și arc (fig. 6.3.9, tab. 6.3.7, STAS 4581) este prevăzută să funcționeze în instalațiile cu o presiune nominală de 20 mbar și cu blocarea la 6 mbar. Se execută în două variante constructive (varianta a și b) cu principiul de funcționare identic, dar deblocarea manuală se face diferit prin apăsare pe un buton la varianta a (cu diametre 3/8" și 1/2") și prin tragerea unui inel legat la o tijă la varianta b.

La scăderea presiunii pe fața inferioară a membranei (fig. 6.3.9), arcul se destinde și garnitura supapei este presată pe scaunul ei, închizând trecerea gazului spre consumator. La revenirea presiunii la normal, supapa nu mai poate fi redeschisă decât prin intervenția omului, prin tragerea în jos de inelul care, prin tijă, desprinde garnitura de pe duză permițând trecerea în instalație a unei cantități de gaz.

Dacă trecerea gazului la consumator este închisă, presiunea în instalație revine repede la normal, se creează suprapresiunea necesară pe întreaga suprafață a membranei și supapa se redeschide.

Când în instalația de consum nu au fost închise toate robinetele și există pericolul emanării gazului în focar, presiunea nu se mai poate restabili, nu se poate crea forța suplimentară necesară deschiderii supapei și aceasta rămâne închisă până la remedierea defecțiunilor din instalație.

b. Supapa de blocare cu supapă metalică și arc (fig. 6.3.10), concepută pentru gaz metan și gaze de sondă, este utilizată în instalațiile de joasă presiune, în uzul casnic și industrial. Supapa blochează trecerea gazelor către consumator în momentul scăderii presiunii în rețea sub presiunea admisibilă.

În momentul scăderii presiunii, supapa metalică este împinsă de arcul său pe scaunul metalic și este blocată în poziția închis de percutorul de siguranță care alunecă de pe suprafața laterală a supapei în spatele acesteia, iar prin forma sa tronconică alungită și datorită efectului de percuție blochează cu umărul său supapa în această poziție. Pentru deblocarea supapei se ridică manșonul care antrenează prin șuruburi percutorul și se eliberează orificiul de trecere spre consumator.

Supapa de blocare se montează lângă contor și înaintea acestuia astfel că reluarea funcționării supapei de blocare este pusă în evidență prin faptul că contorul începe să înregistreze consumul de gaz.

6.3.6.3 Dispozitive de siguranță cu flacără de veghe

Se montează în instalațiile de ardere ale agregatelor termice (cuptoare industriale, instalații tehnologice, cazane etc.), odată cu arzătoarele, închizând trecerea gazului de combustie spre arzător atunci când presiunea gazului scade sub limita prescrisă, la stingerea accidentală a flăcării arzătorului sau la întreruperea accidentală a alimentării cu gaze.

Dispozitivul de siguranță cu flacără de veghe (fig. 6.3.11) funcționează astfel: se apasă pe butonul de amorsare (fig. 6.3.11 a), gazul iese prin orificiul membranei dispozitivului (fig. 6.3.11 b), se aprinde de la flacăra arzătorului și formează flacăra de veghe (fig. 6.3.11 c). Sub acțiunea căldurii, membrana bimetalică a dispozitivului se dilată și ventilul dispozitivului flăcării de veghe deschide admisia gazului din conducta de alimentare a flăcării de veghe. Butonul de amorsare fiind lăsat liber, flacăra de veghe va continua să fie alimentată cu gaz din camera de deasupra membranei cu supapă montată la arzător (fig. 6.3.11 d). Presiunea gazului din camera de sub membrană, care este presată în sus, deschide admisia gazului la arzător (fig. 6.3.11 d). În timpul funcționării arzătorului, flacăra de veghe este alimentată cu gaz printr-un orificiu de laminare (fig. 6.3.11 d). Dacă presiunea gazului scade sau are loc o întrerupere cu gaz a arzătorului, membrana și arcul dispozitivului închid ventilul de admisie a gazului la arzător, dar flacăra de veghe continuă să ardă până la epuizarea rezervei de gaz din camera de deasupra membranei. Dacă în acest timp se reia alimentarea cu gaze, flacăra arzătorului se aprinde de la flacăra de veghe. Dacă flacăra de veghe se stinge, membrana bimetalică se răcește, se contractă și închide ventilul de admisie a gazului (fig. 6.3.11 b și c). La repunerea în funcțiune, se apasă pe butonul de amorsare și funcționarea se repetă ca mai sus.

6.3.6.4 Supape de siguranță

Supapele de siguranță pot fi cu contragreutate (fig. 6.3.12) sau cu arc (fig. 6.3.13) și sunt prevăzute cu conducte de evacuare la exterior. Capătul liber al conductei de evacuare se scoate la 0,5 m deasupra acoperișului clădirii și este prevăzut cu o curbă îndrep-

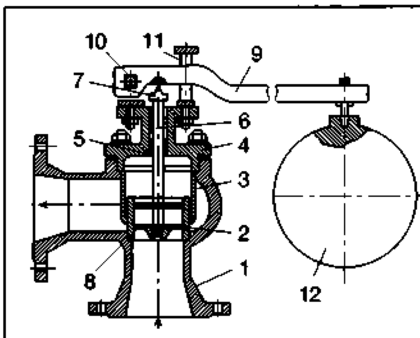


Fig. 6.3.12. Supapă de siguranță cu pârghie și contragreutate:
1 - corp; 2 - scaun ventil; 3 - bucșă de ghidare; 4 - partea superioară; 5 - bucșă; 6 - tijă; 7 - cuțit; 8 - ventil; 9 - pârghie; 10 - articulație; 11 - ghidaj - opritor; 12 - contragreutate.

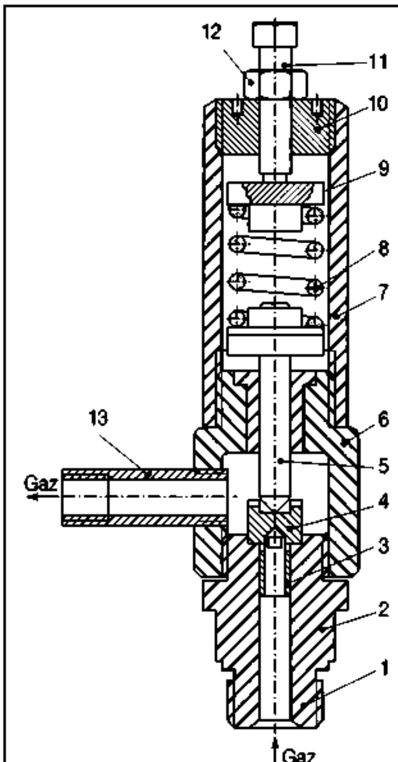


Fig. 6.3.13. Supapă de siguranță cu arc:
1 - racord; 2 - corp supapă; 3 - inel de etanșare; 4 - ventil; 5 - tijă; 6 - capac; 7 - capac superior; 8 - arc; 9 - taler arc; 10 - capac filetat; 11 - șurub de reglare; 12 - piuliță de blocare; 13 - racord de ieșire.

Tabelul 6.3.7. Caracteristicile constructive ale supapelor de blocare a conductelor de gaze naturale (STAS 4581)

Dimensiunea nominală a supapei (mărimea) D_n [in]	Filet G STAS 402	d [mm]	L [mm]	Debitul nominal [m_N^3/h]	Masa (informativ) [kg]
3/8	G 3/8	10	110	1,6	0,49
1/2	G 1/2	14	110	3,2	0,48
3/4	G 3/4	18	125	8,6	2,15
1	G 1	22	150	12	2,52
1 1/4	G 1 1/4	28	180	24	2,58
1 1/2	G 1 1/2	30	180	26	3,32
2	G 2	36	215	28	5,73

tată în jos sau cu o căciulă de protecție. Se pot racorda toate supapele la un colector comun, cu evacuarea în atmosferă. Se interzice montarea oricăror robinete de închidere sau de manevră pe derivația pe care este montată supapa de siguranță, atât în amonte cât și în aval de aceasta, pentru exploatarea sigură și fără riscuri a instalației.

6.3.7. Filtre de praf pentru gaze naturale combustibile

Filtrul de praf pentru gaze naturale combustibile (fig. 6.3.14) este format dintr-o carcasă metalică de formă cilindrică, prevăzut cu racorduri pentru intrarea și respectiv ieșirea gazelor, în interiorul căreia se montează cartușul filtrant, format dintr-un cadru de tablă perforată, pe suprafața căruia se poate adăuga pânză de iută, păr de cal sau plasă de sârmă. Filtrul este prevăzut cu capac demontabil, care se fixează cu șuruburi pe flanșa sudată pe carcasă.

Viteza gazului la trecerea prin materialul filtrant este, în general, mică și anume de 0,005...0,04 m/s, iar căderea de presiune (pierderea locală de sarcină) a gazului este de 5...15 mbar.

6.3.8. Separatoare de lichide

Pentru eliminarea apei și a picăturilor de țiței din gazele combustibile naturale se folosesc separatoare de lichide, ale căror principii constructive se bazează fie pe scăderea vitezei prin mărirea bruscă a secțiunii la curgerea în câmp gravitațional, fie pe separarea la curgerea în câmp centrifugal, fie prin combinarea acestora în cadrul aceleiași instalații.

6.3.8.1 Separatoare gravitaționale

a. **Separatorul orizontal cu corp dublu** (fig. 6.3.15) realizează separarea particulelor și colectarea lor în corpul inferior (colector) prin acțiunea forțelor de inerție, de frecare și gravitaționale care acționează asupra particulelor în partea superioară a separatorului prevăzută cu șicane. Apa acumulată se află sub presiunea gazului din conductă și este eliminată periodic prin purjare.

b. **Separatoarele orizontale monotubulare** (fig. 6.3.16, STAS 8801) se construiesc în două tipuri: separator orizontal bifazic de țiței și apă (fig. 6.3.16 a) și separator orizontal trifazic de țiței, gaze și apă (fig. 6.3.16 b). Ambele tipuri se construiesc pentru presiuni de 8; 16; 70 și 140 bar, cu lungimea nominală uzuală de 3000 mm și diametre interioare de la 600 până la 1400 mm, exclusiv.

c. **Separatorul orizontal cu paravan de ceață** (fig. 6.3.17) utilizează pentru separare, pe lângă forțele de inerție, de frecare și gravitaționale și forțele de adeziune a picăturilor pe împletiturile de sârmă sau pe plăci înclinate, cu canale.

6.3.8.2 Separatoare centrifugale

Separatorul centrifugal este alcătuit dintr-o coloană metalică cilindrică de diametru mare prevăzută cu un ștuț lateral pentru intrarea gazelor naturale din conducta de transport. Gazele, având o energie cinetică mare, pătrund tangențial prin ștuț în cilindru și sunt supuse acțiunii forței centrifuge, căpătând o mișcare elicoidală. Particulele de lichid având o densitate mai mare decât a gazului, sub acțiunea forței centrifuge, se separă din gaz, fiind proiectate pe suprafața interioară a cilindrului, de unde se colectează la partea inferioară tronconică și se evacuează periodic. Gazele separate de picăturile de lichid sunt evacuate la partea superioară a separatorului centrifugal.

6.3.9. Regulatoare de presiune pentru gaze naturale combustibile

Reducerea presiunii gazului are loc la trecerea sa prin secțiunea îngustă a unui orificiu, fenomen numit proces sau efect de laminare. După modul de funcționare, regulatoarele de presiune pot fi:

- *cu acționare directă*, la care diferența dintre presiunea efectivă din aval și presiunea din amonte este suficientă pentru a comanda direct, pe cale mecanică, prin intermediul unui sistem de pârghii variațiile secțiunii orificiului de trecere a gazului;
- *cu acționare indirectă*, la care forța necesară modificării secțiunii orificiului de trecere este asigurată de un dispozitiv amplificator, auxiliar, numit pilot.

Parametrii funcționali ai regulatoarelor de presiune sunt:

- presiunea nominală p_n este presiunea maximă a gazului la intrare pentru care a fost dimensionat regulatorul;
- presiunea de intrare p_1 este presiunea efectivă la un moment dat la intrarea în regulator;
- presiunea maximă la intrare p_{1max} este limita superioară a presiunii la intrare, pentru care presiunea la ieșire se încadrează în limita de toleranță admisă;
- presiunea minimă la intrare p_{1min} este limita inferioară a presiunii la intrare, pentru care presiunea la ieșire se încadrează în limita de toleranțe admisă;
- presiunea la ieșire p_2 este presiunea efectivă la un moment dat, la ieșire, în punctul de măsurare;
- presiunea reglată sau presiunea prescrisă p_{2r} este presiunea care trebuie realizată și menținută la ieșire, în punctul de măsurare;
- presiunea reglată maximă p_{2rmax} este valoarea maximă a presiunii reglate (prescrise) la ieșire;
- presiunea reglată minimă p_{2rmin} este valoarea minimă a presiunii reglate (prescrise) la ieșire;
- căderea de presiune în regulator Δp este diferența dintre presiunea la in-

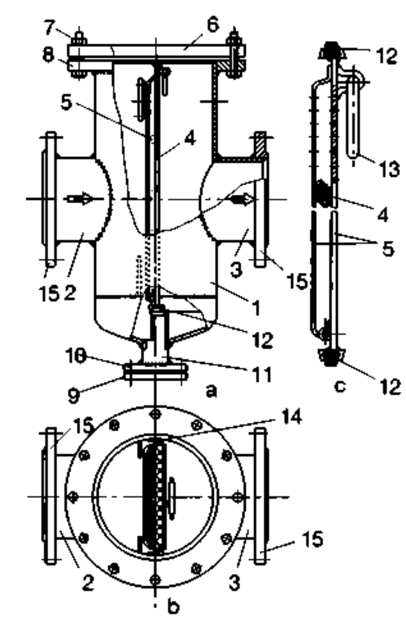


Fig. 6.3.14 - Filtru pentru gaze combustibile naturale:
a - vedere de ansamblu;
b - vedere de sus, fără capac;
c - detaliu montare cartuș filtrant;
1 - carcasă; 2 - racord de intrare a gazelor; 3 - racord de ieșire; 4 - cartuș filtrant; 5 - cadru din tablă perforată; 6 - capac; 7 - șurub; 8 - flanșă pentru capac; 9 - capac de curățire; 10 - flanșe; 11 - ștuț de evacuare; 12 - garnituri trapezoidale; 13 - mâner; 14 - ghidaj - casetă; 15 - flanșe.

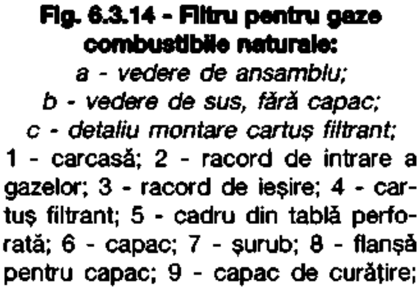


Fig. 6.3.15. Separator orizontal cu corp dublu:
1 - conductă de gaz; 2 - corp superior; 3 - șicane; 4 - corp inferior (colector); 5 - refulator; 6 - robinet; 7 - tijă de manevră a robinetului, în tub de protecție.

trare p_1 și presiunea la ieșire p_2, $\Delta p = p_1 - p_2$;

- debitul orar de gaz la starea normală fizică $\dot{V}$ [m_N^3/h] este debitul care trece prin regulator în timpul funcționării;
- debitul maxim orar $\dot{V}_{max}$ [m_N^3/h] este debitul realizat pentru o cădere de presiune maximă $\Delta p_{max} = p_{1max} - p_{2min}$;
- debitul minim orar $\dot{V}_{min}$ [m_N^3/h] este debitul minim care poate trece prin regulator astfel ca presiunea la ieșire să fie în limitele admise și se realizează pentru o cădere de presiune minimă $\Delta p_{min} = p_{1min} - p_{2max}$;
- presiunea de închidere p_{2i} este presiunea stabilită la ieșire în momentul când elementul de execuție (ventilul de reglare) al regulatorului închide admisia gazului (în general, presiunea de închidere la un regulator se stabilește după închiderea conductei de ieșire, când $\dot{V}=0$).

Pentru alegerea mărimii regulatoarelor de presiune se aplică relația:

$$\dot{V}_n = C_V\sqrt{\Delta p} \quad [m_N^3/h] \qquad (6.3.1)$$

în care:

$\dot{V}_n$ - este debitul nominal al regulatorului care se determină astfel:

- pentru regulatoarele cu acționare di-

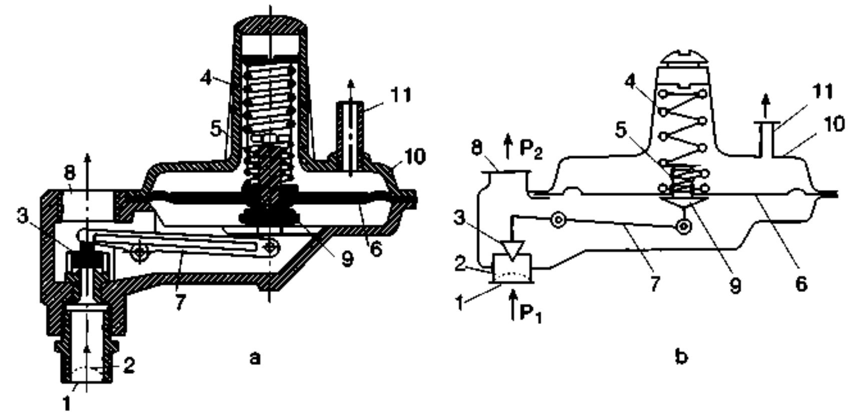


Fig. 6.3.18. Regulatorul de presiune pentru debite mici:
a - secțiune; b - schemă de funcționare;
1 - racord de intrare a gazului; 2 - sită; 3 - ventil; 4 și 5 - arc; 6 - membrană elastică; 7 - pârghie; 8 - racord de ieșire a gazului cu presiunea joasă; 9 - ventil de siguranță; 10 - capac; 11 - țeavă de evacuare a gazului.

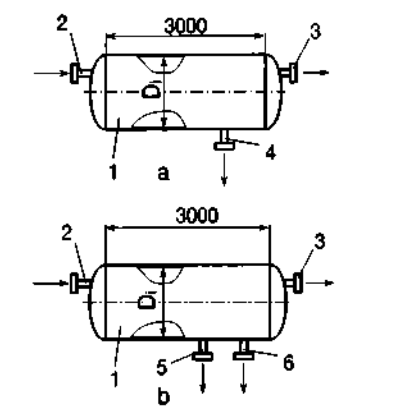


Fig. 6.3.16. Separatoare orizontale monotubulare:
a - separator bifazic de țiței și gaze (SOB); b - separator trifazic de țiței, gaze și apă (SOT);
1 - corp separator; 2 - racord intrare gaz; 3 - racord ieșire gaze; 4 - racord ieșire lichid; 5 - racord ieșire țiței; 6 - racord ieșire apă.

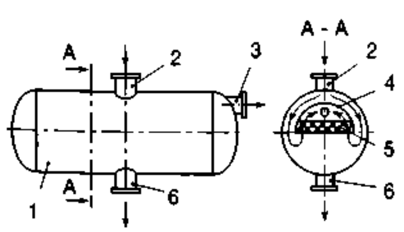


Fig. 6.3.17. Separator orizontal cu paravan de ceață:
1 - corp separator; 2 - racord intrare gaz; 3 - racord ieșire gaz; 4 - deflector; 5 - paravan de ceață; 6 - racord ieșire lichid.

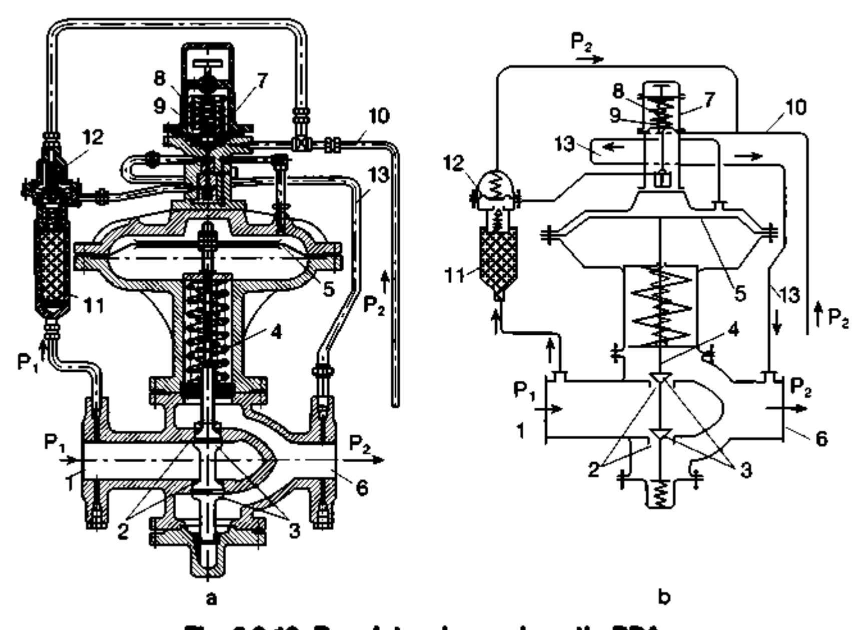


Fig. 6.3.19. Regulator de presiune tip RPA3:
a - secțiune; b - schemă de funcționare;
1 - racord de intrare a gazului; 2 - scaun; 3 - supapă; 4 - tijă; 5 - membrană; 6 - racord de ieșire a gazului; 7 - servoregulator; 8 - arc; 9 - membrană; 10 - conductă de gaz care leagă conducta de ieșire a gazului cu servoregulatorul; 11 - filtru; 12 - reductor de presiune; 13 - conductă de evacuare a excesului de gaz, de la servoregulator.

Tabelul 6.3.8. Caracteristicile funcționale și dimensionale ale regulatorului de debit mic

Tipul	Dr		$\dot{V}_n$	P1	P2	Den	Masa
	Intrare Dn [in]	Ieșire Dn [in]	[m³/h]	[bar]	[bar]	[in]	[kg]
I	3/4	3/4	10	0,2...2	0,015...0,030	3/8	5,40
I	1	1	20	0,2...2	0,015...0,030	3/8	8,00
I	1	1 1/4	35	0,2...2	0,015...0,030	3/8	9,10
I	1	1 1/2	50	0,2...2	0,015...0,030	1/2	18,00
I	1 1/4	2	100	0,2...2	0,015...0,030	1/2	24,00
II	3/4	1	40-50	2,0...25	0,500...2,000	1/4	5,3

Observații: Dr - diametrul racordurilor; Den - diametrul țevilor de evacuare a gazului.

rectă $\dot{V}_n = 1{,}45\dot{V}_{necesar}$;

- pentru regulatoarele cu acționare indirectă $\dot{V}_n = (1{,}1\text{-}1{,}2)\dot{V}_{necesar}$;

$\dot{V}_{necesar}$ debitul necesar de gaze [m_N^3/h];
C_v - coeficientul de debit al regulatorului, indicat de producător;

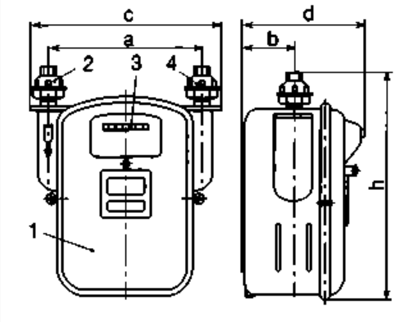


Fig. 6.3.20. Forma constructivă a contorului volumetric de tip uscat, cu membrană:
1 - carcasă; 2 - racord intrare gaz; 3 - mecanism de înregistrare; 4 - racord ieșire gaz.

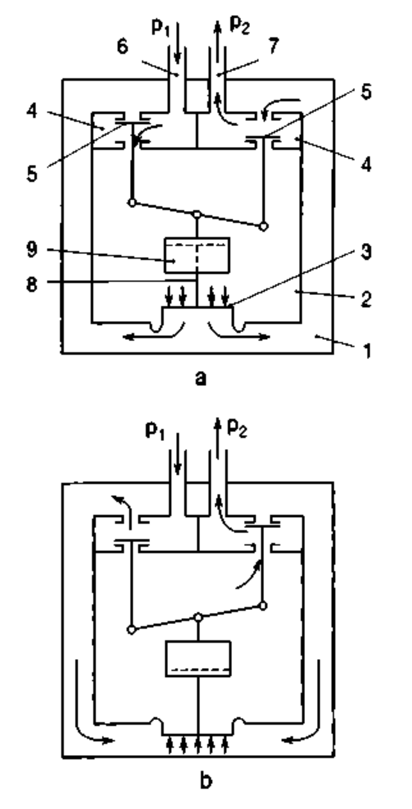


Fig. 6.3.21. Schema contorului uscat cu o cameră și comanda prin supape:
a - evacuarea gazului din cutia aparatului; b - evacuarea gazului din cameră;
1 - cutie metalică etanșă; 2 - cameră; 3 - membrană; 4 - camera supapelor; 5 - supape; 6 - racord pentru intrarea gazelor; 7 - racord pentru ieșirea gazelor; 8 - braț pentru legarea pârghiilor celor două supape; 9 - sistemul integrator al debitului.

Δp - căderea de presiune produsă în regulator la trecerea debitului reglat $\dot{V}_n$ [bar].

Abaterile maxime ale presiunii p_2, la ieșirea din regulator, în raport cu presiunea prescrisă p_{2r}, se determină cu relația:

$$e = \frac{p_2 - p_{2r}}{p_{2r}} \cdot 100 \quad [\%] \qquad (6.3.2)$$

6.3.9.1 Regulatoare automate de presiune, cu acționare directă

Regulatorul de presiune pentru debite mici (fig. 6.3.18 și tab. 6.3.8) și anume pentru debite cuprinse între 10 și 100 m_N^3/h, funcționează între următoarele presiuni: la intrare P_1=0,2...2 bar; la ieșire P_2=0,015...0,030 bar. În regulatorul de presiune pentru debit mic (fig. 6.3.18) gazul intră cu presiune redusă prin racordul prevăzut cu sită și este laminat prin secțiunea îngustă a ventilului reglat cu arc; datorită contrapresiunii exercitate de arc și transmisă

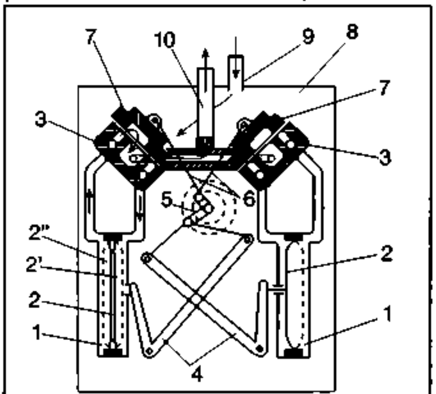


Fig. 6.3.22. Schema contorului uscat cu două camere și comanda prin sertare:
1 - cameră etanșă; 2 - membrană elastică; 2' și 2" - compartimentul drept, respectiv stâng al camerei 1; 3 - distribuitor; 4 - pârghii de comandă; 5 - mecanismul integrator; 6 - pârghii; 7 - sertar; 8 - cutie etanșă; 9 - racord de intrare a gazelor; 10 - conducta colectoare.

prin intermediul membranei elastice și al pârghiei la ventil, se reduce presiunea gazului la treapta de joasă presiune și gazul iese din regulator spre instalația de utilizare.

Regulatoarele de presiune pentru debit mic sunt prevăzute cu un ventil de siguranță, care nu permite ridicarea presiunii gazului peste o anumită valoare ce ar putea dăuna instalațiilor interioare, contoarelor, armăturilor etc. Presiunea la care intră în funcțiune ventilul de siguranță este cu circa 15 mbar mai mare decât presiunea de reglare fixată la montare. Prin deschiderea ventilului de siguranță, gazele pătrund sub capac și ies în atmosferă printr-o țeavă de evacuare a regulatorului, numită răsuflătoare. Regulatoarele de presiune pentru debite mici se montează în posturi pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor combustibile naturale. Aceste regulatoare funcționează cu gaze combustibile naturale necorosive, lipsite de substanțe lichide sau solide în suspensie, având temperaturi cuprinse între 0 și +50 °C. Regulatoarele cu acționare directă sunt

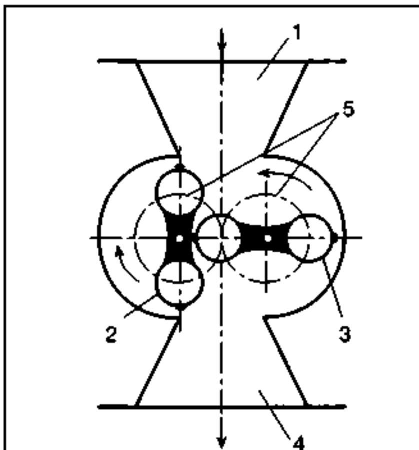


Fig. 6.3.23. Contorul volumetric cu pistoane rotative:
1 - racord de intrare a gazului; 2 și 3 - pistoane rotative; 4 - racord de ieșire a gazului; 5 - mecanismul integrator și înregistrator.

Tabelul 6.3.9. Caracteristicile principale ale contoarelor volumetrice de tip uscat, cu membrană (STAS 6681)

Caracteristica	UM	Mărimea contorului [m_N^3/h]		
		3	6	20
Debit nominal	[m_N^3/h]	3	6	20
Debit minim	[m_N^3/h]	0,3	0,6	2
Debit maxim	[m_N^3/h]	4,5	9	30
Presiune nominală	[bar]	3	3	3
Presiune maximă de regim	[bar]	5	5	5
Volum ciclic	[dm^3/ciclu]	3±0,25	5±0,25	20±0,25
Număr nominal de cicluri	[ciclu/oră]	1000	1200	1000
a±1	[mm]	250	250	335
b±1	[mm]	75	77	118
c_{max}	[mm]	310	302	410
d_{max}	[mm]	167	188	272
h_{max}	[mm]	318	366	570

concepute să funcționeze în condiții de variație lentă a mărimii reglate și la presiuni relativ mici, care asigură, în condiții normale de lucru, o funcționare sigură pe durata exploatării.

6.3.9.2 Regulatoare automate de presiune, cu acționare indirectă

Sunt standardizate din punct de vedere constructiv (STAS 7134) și se execută în următoarele tipuri: RPA_2, RPA_3 (fig.6.3.19 a), care sunt cele mai utilizate, RPA_4 și RPA_5. Regulatoarele RPA_2 și RPA_3 au următoarele caracterisitici funcționale: presiunea maximă la intrare p_{1max}=16 bar; presiunea minimă la intrare $p_{1min} = p_2 + 0{,}5$ bar; presiunea maximă la ieșire P_{2max} = 6 bar; presiunea minimă la ieșire p_{2min} = 0,5 bar pentru regulatorul tip RPA_2 și p_{2min} = = 0,2 bar pentru regulatorul tip RPA_3.

Regulatoarele automate de presiune cu acționare indirectă se împart în patru clase de precizie (I, II, III, IV) în funcție de valorile abaterii maxime e, ale presiunii: clasa I (1 %); II (2 %); III (5 %); IV (8 %).

Principiul de funcționare al regulatorului automat de presiune cu acționare indirectă tip RPA_3 poate fi urmărit pe schema din fig. 6.3.19 b. Gazul pătrunde în regulator la presiunea p_1 și este laminat la trecerea prin secțiunile orificiilor ventilului care este acționat prin tijă și membrana elastică, după care iese din regulator la presiunea p_2. Reglarea presiunii de ieșire a gazelor se face de către servoregulatorul compus din arcul și membrana care comunică printr-o conductă cu conducta de gaze din aval de regulator. O parte din gazul pătruns prin racordul de intrare la presiunea p_1 trece prin filtru și prin reductorul de presiune unde i se scade presiunea la valoarea p_2 și intră în conducta pentru comanda servoregulatorului. Excesul de gaz din corpul servoregulatorului se evacuează printr-o conductă.

Celelalte tipuri de regulatoare automate de presiune cu acționare indirectă funcționează după principii similare cu cel arătat mai sus. La aceste regulatoare, în caz de rupere a membranei sau în caz de scădere a presiunii, orificiile de trecere a gazului se închid automat.

6.3.10. Aparate pentru măsurarea și înregistrarea debitelor de gaze naturale combustibile

Aparatele pentru măsurarea și înregistrarea debitelor de gaze combustibile naturale se numesc contoare.

După modul de măsurare și înregistrare, contoarele pot fi:

- *volumetrice*, cu înregistrare directă, la care măsurarea are loc prin umplerea și golirea succesivă a unor compartimente cu volum determinat și care pot fi: contoare cu camere și membrane; contoare cu pistoane rotative;
- *diferențiale*, cu măsurare indirectă, determinându-se diferențele de presiuni dintre cele două secțiuni din amonte și avalul unei diafragme de diametru cunoscut și calculându-se apoi debitul de gaz în funcție de diferențele de presiune măsurate.

6.3.10.1 Contoare volumetrice

Contoarele volumetrice cu membrană sunt contoare uscate, cu una sau două membrane, cu distribuirea gazului prin sertare sau prin supape.

a. Contoarele volumetrice de tip uscat, cu membrană (fig. 6.3.20 și tab. 6.3.9) se execută în trei mărimi, în funcție de valoarea debitului nominal: 3, 6 și 20 m^3_N/h.

Contoarele trebuie să funcționeze continuu și să înregistreze la un debit egal cu: 1,5 % din debitul nominal, pentru contoarele de 3 m^3_N/h; 1,0 % din debitul nominal, pentru contoarele de 6 și 20 m^3_N/h.

b. Contorul cu o cameră și comandă prin supape (fig. 6.3.21) se compune dintr-o cutie metalică etanșă, în care se găsește o cameră prevăzută cu o membrană și din care se separă, etanș, camera supapelor, despărțită în două jumătăți, din care una comunică cu racordul de intrare și cealaltă cu racordul de ieșire. Membrana comandă un braț, la care sunt legate prin pârghii cele două supape și sistemul integrator al debitului.

Gazul intră prin supapa de admisie (fig. 6.3.21 a) și deplasează membrana în jos. Presând asupra gazului din cutia contorului, membrana îl obligă să părăsească contorul prin racordul de evacuare. La terminarea cursei, membrana comandă sistemul integrator și prin intermediul pârghiei determină schimbarea rapidă a supapelor. După schimbarea sensului de mișcare a supapelor, gazul trece (fig. 6.3.21 b) în cutia etanșă a contorului, presează membrana și determină ieșirea gazului din contor prin racordul de evacuare. Deplasarea membranei este posibilă deoarece presiunea de la intrarea în contor este mai mare decât presiunea din instalația de consum de după contor. Volumul mare al cutiei contorului și camerei și

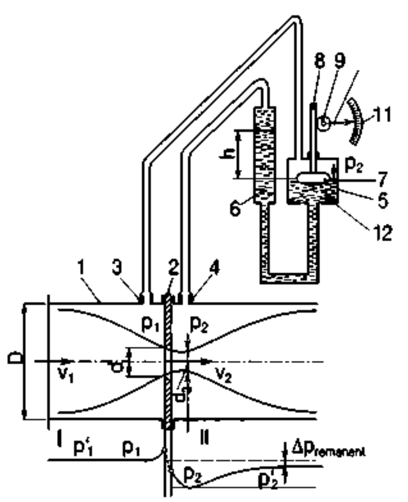
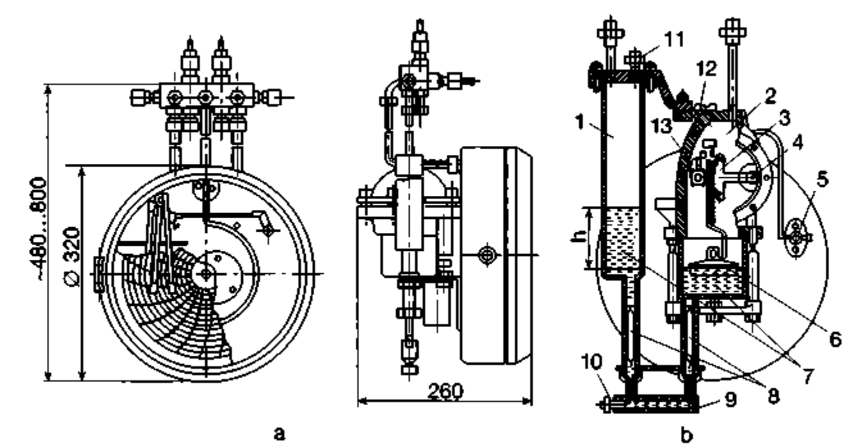


Fig. 6.3.24. Schemă pentru principiul de funcționare a contorului diferențial:
1 - conductă de gaze; 2 - diafragmă; 3 și 4 - prize de presiune; 5 - vas pentru presiunea mare (p_1); 6 - vas pentru presiunea mică (p_2); 7 - plutitor; 8 - tije; 9 - roată dințată; 10 - ac indicator; 11 - scală gradată; 12 - mercur.



a b

Fig. 6.3.25. Contor diferențial:
a - vedere de ansamblu; b - secțiune prin vasele comunicante;
1 și 2 - vase comunicante; 3 - segment circular dințat; 4 - ax de înregistrare cu peniță; 5 - racord manometru presiune statică; 6 - plutitor; 7 - mercur; 8 - supape de siguranță; 9 - comunicație între coloanele de mercur; 10 - șurub de golire mercur; 11 - orificiu etanș, de umplere cu mercur; 12 - orificiu etanș de aerisire; 13 - piedica de blocare a plutitorului în timpul transportului.

schimbarea rapidă a poziției supapelor fac ca trecerea gazului prin contor să aibă loc în mod continuu, fără pulsații.

c. Contorul cu două camere și comandă prin sertare (fig. 6.3.22) se compune din două camere etanșe, împărțite fiecare în două părți egale de câte o membrană flexibilă, câte un distribuitor la care se leagă fiecare parte a camerelor și două pârghii de comandă legate de membrane, care comandă mecanismul integrator și totodată deplasarea sertarelor. Întreg sistemul este închis într-o cutie etanșă, în care gazul pătrunde printr-un racord și iese printr-o conductă colectoare.

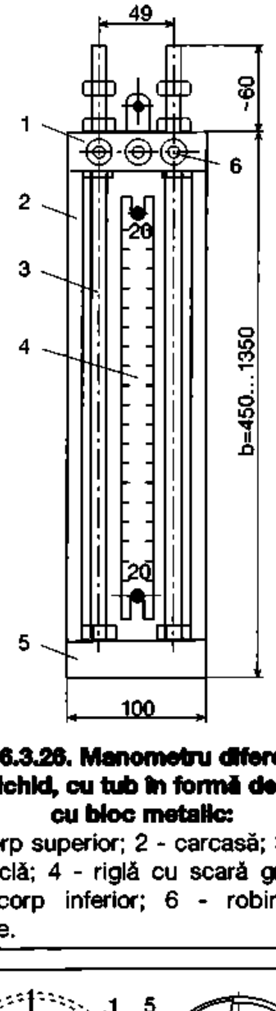


Fig. 6.3.26. Manometru diferențial cu lichid, cu tub în formă de U și cu bloc metalic:
1 - corp superior; 2 - carcasă; 3 - tub de sticlă; 4 - riglă cu scară gradată; 5 - corp inferior; 6 - robinet de purjare.

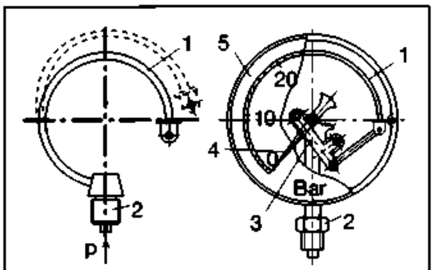


Fig. 6.3.27. Manometru indicator cu tub flexibil:
a - tub Burdon simplu curbat fixat la racord; b - construcția manometrului indicator cu tub simplu curbat;
1 - elementul elastic de măsurare; 2 - suport cu racord; 3 - mecanismul de transmitere; 4 - dispozitiv de indicare; 5 - carcasă metalică.

Gazul intră în cutia contorului, pătrunde prin orificiul descoperit în partea dreaptă 2' a camerei și, datorită presiunii mai mari la intrare, deplasează membrana spre stânga, evacuând gazul din partea stângă 2" a camerei spre distribuitor, de unde, datorită poziției sertarului, trece în colector și este evacuat spre consumator. În timpul deplasării spre stânga, membrana pune în mișcare, prin intermediul pârghiei, mecanismul integrator și prin pârghiile articulate comandă sertarul care, prin deplasarea lui pune în legătură partea 2" cu cutia contorului și partea 2' cu conducta colectoare de ieșire a gazului.

Pentru a realiza trecerea gazului prin contor fără pulsații, în mod continuu, funcționarea celor două sertare se decalează în mod corespunzător, prin reglarea pârghiilor de comandă.

d. Contorul volumetric cu pistoane rotative (fig. 6.3.23) funcționează în felul următor: gazul pătrunde în contor și exercită presiune asupra pistoanelor pe care le pune în mișcare de rotație. Această mișcare este transmisă prin intermediul axului la un mecanism integrator și înregistrator al debitului de gaz măsurat.

Contoarele cu pistoane rotative măsoară debite de gaze între 10 și 50 000 m_N^3/h, la presiuni de la 1 la 10 bar.

6.3.10.2 Contoare diferențiale

Principiul măsurării debitului cu un contor diferențial este indicat în figura 6.3.24. Dacă în secțiunea transversală pe axa unei conducte se montează o diafragmă, la trecerea gazului prin orificiul acesteia, se produce o cădere de presiune $\Delta p=p_1-p_2$, proporțională cu debitul de gaz; prin măsurarea acestei diferențe de presiuni se poate calcula debitul de gaz $\dot{V}$ [m_N^3/h].

Prizele de presiune sunt puse în legătură cu două vase comunicante având în interior mercur. Nivelul lichidului manometric (mercur) este urmărit de un plutitor solidar cu tija care transmite mișcarea de translație la o roată dințată solidară cu un ac indicator care se rotește în fața unei scale gradate. Pentru înregistrarea căderii de presiune Δp, tija plutitorului antrenează mecanismul de înregistrare, format din două brațe cu penițe și hârtia diafragmei de formă circulară. Contoarele diferențiale sunt, prin urmare, manometre diferențiale, care traduc unitățile de presiune în unități de debit. Aceste contoare sunt prevăzute cu dispozitive mecanice de calcul, cu mecanisme de compensare automată a erorilor datorită variațiilor de temperatură și presiune, precum și cu dispozitive auxiliare de înregistrare sau de transmitere a semnalelor la distanță.

În fig. 6.3.25 se prezintă un contor diferențial și o secțiune prin vasele comunicante ce sunt puse în legătură cu prizele de presiune.

6.3.11. Aparate pentru măsurarea presiunii gazelor naturale combustibile

În funcție de valoarea presiunii măsurate p comparativ cu presiunea atmosferică, p_{at}, aparatele pentru măsurarea presiunii gazelor pot fi: manometre ($p>p_{at}$); vacuumetre ($p<p_{at}$); manovacuumetre care măsoară atât presiuni $p<p_{at}$ cât și presiuni $p>p_{at}$. Aparatele care măsoară numai presiunea atmosferică sunt denumite barometre, iar aparatele care măsoară diferența a două presiuni sunt denumite manometre diferențiale.

După principiul de funcționare, aparatele pentru măsurarea presiunii pot fi:

- *manometre diferențiale*, cu lichid manometric apă distilată sau mercur, al căror principiu de funcționare se bazează pe legea fundamentală a hidrostaticii. Cele mai utilizate sunt: manometru diferențial cu tub în formă de U (fig. 6.3.26, STAS 6526) și micromanometrul cu tub înclinat;
- *manometru cu element elastic de măsurare*, mecanism de transmitere și amplificare și dispozitiv de indicare a presiunii. În mod curent se folosesc: manometru indicator cu tub flexibil (fig. 6.3.27) și manometrul cu membrană (fig. 6.3.28);
- *aparate înregistratoare*, care cuprind elementul de măsurare și dispozitivul de indicare-înregistrare a presiunii. Diagrama pentru înregistrarea presiunii poate fi în formă de bandă sau de disc.

6.4. Instalații interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile

Instalația de utilizare cuprinde ansamblul de conducte, aparate de utilizare, arzătoare, aparate de măsurare, siguranță, control și accesorii montate în incinta unui consumator, în aval de robinetul de branșament, respectiv după robinetul de ieșire din stația sau postul de reglare de la capătul branșamentului, inclusiv focarul și coșul de evacuare a gazelor de ardere.

6.4.1. Condiții pentru utilizarea gazelor naturale combustibile în clădiri

Utilizarea gazelor naturale combustibile este admisă numai în încăperi în

care nu există pericol de:

- incendiu prin aprinderea materialelor și elementelor combustibile, datorită radiației termice directe ori a transferului de căldură prin convecție sau conducție;
- explozie a materialelor aflate în interior;
- intoxicarea sau asfixierea utilizatorilor, cu gaze de ardere.

Condițiile tehnice pentru funcționarea în siguranță a instalațiilor interioare sunt următoarele:

- volumul interior minim al încăperilor
- 18,0 m^3, pentru încăperi curente;
- 7,5 m^3, pentru bucătării, băi și oficii din construcții noi;
- asigurarea aerului necesar arderii;
- ventilare naturală sau mecanică;
- evacuarea totală a gazelor de ardere în exterior.
- suprafețe vitrate: ferestre, luminatoare cu geamuri, uși cu geamuri sau goluri, sau suprafețe asimilate acestora: panouri care conform specificației tehnice date de producători cedează la presiuni de cel puțin 0,0118 bar.

Toate încăperile în care se montează aparate consumatoare de combustibili gazoși se prevăd, spre exterior sau spre balcoane/terase vitrate, cu suprafețe vitrate, cu suprafața minimă totală de:

- 0,03 m^2 pentru fiecare m^3 de volum net de încăpere, în cazul construcțiilor din beton armat;
- 0,05 m^2 pentru fiecare m^3 de volum net de încăpere, în cazul construcțiilor din zidărie.

Pentru cazul în care geamurile au o grosime mai mare de 4 mm sau sunt de construcție specială (securizat, tip Termopan etc.) este obligatorie montarea detectoarelor automate de gaze cu limita de sensibilitate de cel puțin 2% metan (CH_4) în aer, care acționează asupra robinetului de închidere (electroventil) a conductei de alimentare cu gaze naturale a aparatelor consumatoare de combustibili gazoți.

În cazul utilizării detectoarelor, suprafața vitrată poate fi redusă la 0,02 m^2 pe m^3 de volum net de încăpere.

Suprafața vitrată se stabilește prin considerarea golului în zidărie în care se află montat tocul ferestrelor, luminatoarelor etc.

Volumul net al încăperii se stabilește prin considerarea volumului interior total al încăperii din care se scade volumul cazanelor sau altor elemente de instalații sau de construcții existente în încăpere, în care nu se pot acumula gaze.

Suprafețele date mai sus, nu sunt obligatorii pentru construcții industriale vitrate și pentru biserici existente.

În băi nu sunt admise:

- aparate consumatoare de combustibili gazoși pentru prepararea instantanee a apei calde de consum;
- aparate consumatoare de combustibili gazoși pentru încălzire centrală sau locală, prevăzute cu arzător atmosferic și rupere de tiraj, chiar dacă au termostat de coș.

Fac excepție de la prevederile referitoare la volumul interior minim al încă-

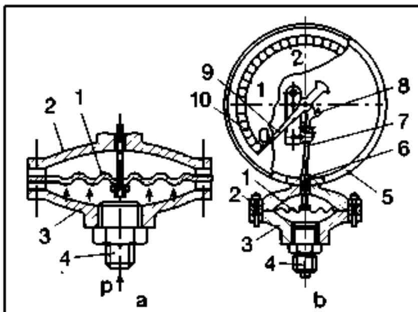


Fig. 6.3.28. Manometre cu membrană:
a - fixarea elementului elastic tip membrană; b - construcția manometrului cu membrană;
1 - membrană; 2 și 3 - flanșe; 4 - racord; 5 - carcasa aparatului; 6 - suport articulat; 7 - tijă; 8 - mecanism de transmitere - amplificare; 9 - dispozitiv de indicare; 10 - scară gradată.

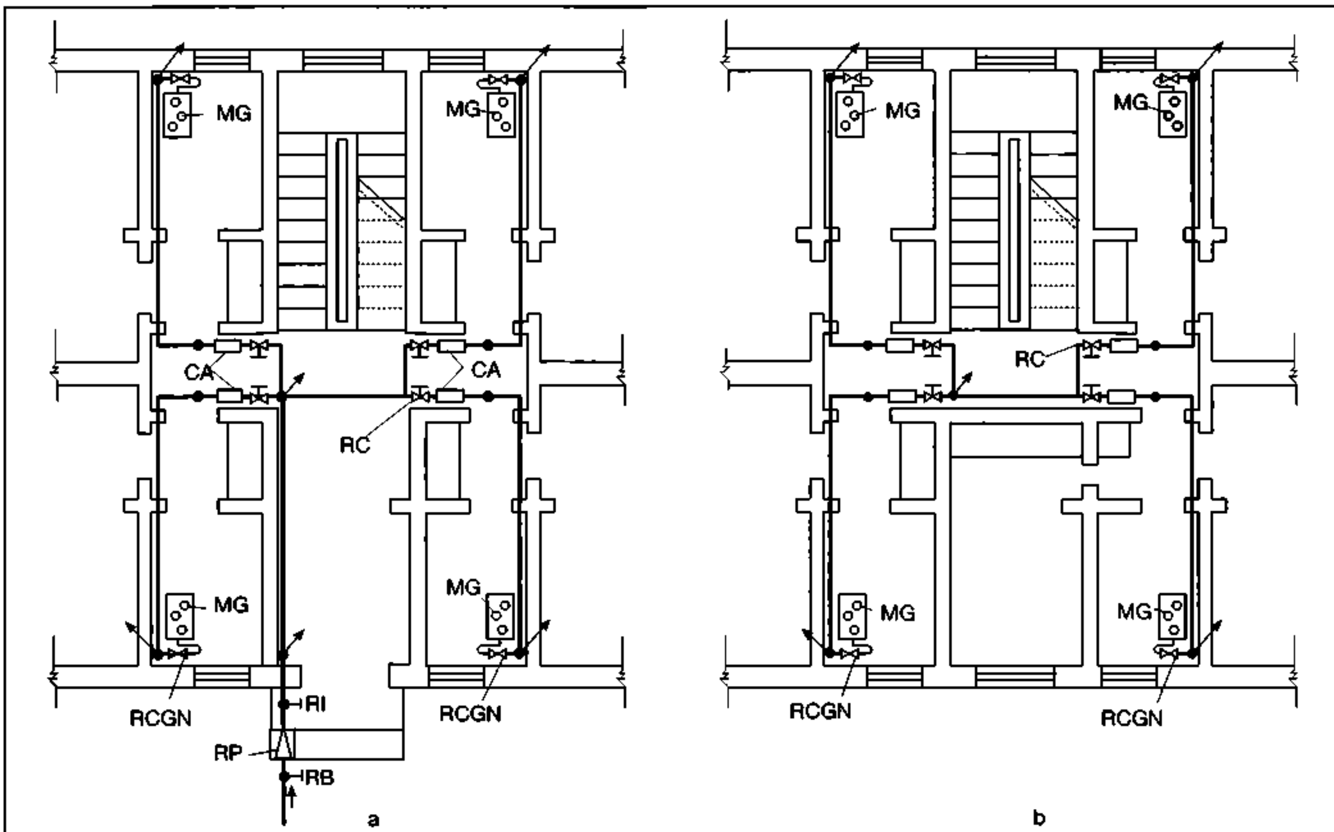


Fig. 6.4.1. Instalație interioară de gaze naturale combustibile, de la o clădire de locuit cu contoare pentru fiecare apartament, amplasate în casa scării:
a - planul parter al clădirii; b - planul unui etaj al clădirii;
RB - robinet de branșament; RP - regulator de presiune; RI - robinet de incendiu; RC - robinet de contor; CA - contor de apartament, amplasat în casa scării; RCGN - robinet cu cep pentru gaze naturale; MG - mașină sau reșou pentru gătit.

perilor și de la cele referitoare la aparatele care nu sunt admise în băi., aparatele consumatoare de combustibili gazoși la care prin tubulatură etanșă se asigura accesul din exterior al aerului necesar arderii și evacuarea în exterior sub presiune a gazelor de ardere (cu cameră de ardere etanșă și tiraj forțat).

Debitul total al aparatelor cu flacără liberă care se pot instala într-o încăpere trebuie să satisfacă condiția: 15 m^3 volum interior de încăpere pentru fiecare metru cub debit instalat de gaze naturale.

Pentru încălzirea de apartament, cazanul se montează în bucătărie, vestibul, debara, la subsol sau la alt nivel unde nu obturează calea de evacuare a persoanelor, cu respectarea condițiilor sus-menționate.

6.4.2. Soluții constructive și scheme de realizare a instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile

6.4.2.1 Scheme generale de realizare a instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile

După destinația și mărimea consumatorilor de gaze naturale combustibile se disting:

- instalații interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile, care alimentează cu gaze arzătoare și aparate de utilizare din clădiri de locuit și social-culturale;
- instalații interioare de utilizare industrială a gazelor naturale combustibile.

a. Instalațiile interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile din clădirile de locuit și social-culturale sunt alimentate cu gaze la presiune joasă, din postul de reducere și reglare a presiunii.

Instalațiile interioare de gaze naturale combustibile din clădirile de locuit (fig. 6.4.1) se compun dintr-o coloană montantă la care se racordează rețeaua de distribuție din fiecare apartament. Între coloana montantă și rețeaua de distribuție a fiecărui apartament se montează în locuri accesibile, de regulă, în casa scării, un contor pentru măsurarea și înregistrarea consumului de gaze naturale combustibile (fig. 6.4.1).

În cazul blocurilor de locuințe, dotate cu instalații de încălzire centrală și având bucătării suprapuse pe aceeași verticală, se admite montarea unui singur contor pentru măsurarea consumului de gaze în comun (fig. 6.4.2).

În fig. 6.4.3 se prezintă schemele izometrice ale instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile, dintr-o clădire de locuit cu parter și 4 etaje, cu contoare pentru fiecare apartament, amplasate în casa scării (fig. 6.4.3 a) și cu contor general și coloane montate în bucătării (fig. 6.4.3 b). În fig. 6.4.3 c se prezintă schema izometrică a instalației interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile; într-o clădire de locuit cu P+4 etanșe cu contoarele și coloanele montate în bucătării.

Instalațiile de alimentare cu gaze naturale combustibile a arzătoarelor montate la cazanele din centrale termice sunt prevăzute cu conducte de racord separate de instalațiile de utilizare din clădiri și cu contoare proprii pentru măsurarea și înregistrarea consumului de gaze. Arzătoarele sunt racordate prin conducte pe care se montează două robinete, la o conductă de distribuție comună amplasată în fața cazanelor, într-un canal acoperit cu tablă striată.

b. Instalațiile interioare de utilizare industrială a gazelor naturale combustibile (fig. 6.4.4) pot fi alimentate cu gaze la presiune redusă sau joasă.

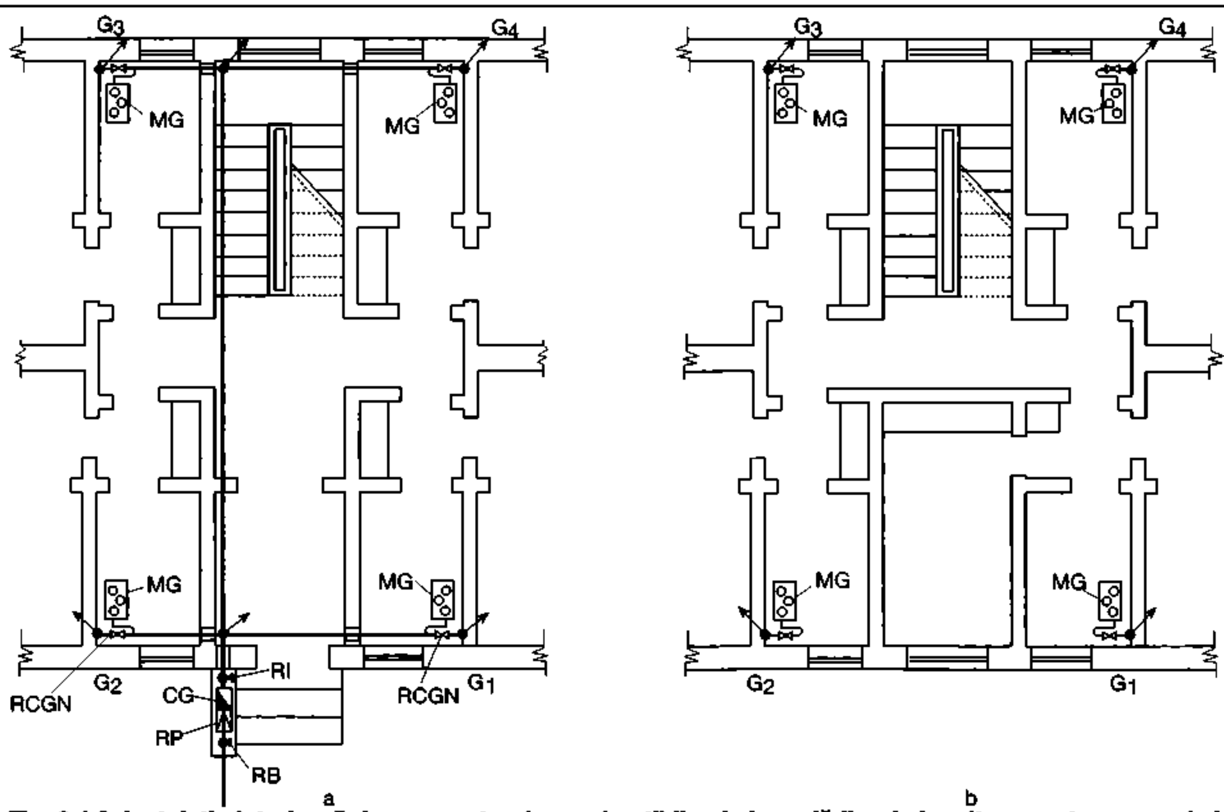


Fig. 6.4.2. Instalație interioară de gaze naturale combustibile, de la o clădire de locuit cu contor general și cu coloane montate în bucătării:

a - planul parter al clădirii; b - planul unui etaj al clădirii;

CG - contor general pentru apartamentele de la o scară; celelalte notații au semnificația de la fig. 6.4.1.

Agregatele industriale sunt alimentate cu gaze prin intermediul stațiilor sau posturilor de reducere și reglare a presiunii în care are loc trecerea gazelor de la o treaptă de presiune la alta.

6.4.2.2 Soluții constructive pentru racordarea aparatelor de utilizare și a arzătoarelor de gaze naturale combustibile la rețeaua de conducte

În instalațiile de utilizare a gazelor naturale combustibile sunt admise următoarele categorii de aparate și arzătoare omologate sau cu agrement tehnic:

- aparate de utilizare legate la coșul de evacuare a gazelor de ardere;
- aparate de utilizare cu flacără liberă montate în bucătării, laboratoare, oficii din clădiri social-culturale, societăți comerciale etc.;
- arzătoare cu flacără liberă instalate în hale industriale ventilate, la care schimbul orar de aer asigură evitarea depășirii concentrației admise de nocivități;
- radianți funcționând cu gaze naturale combustibile, numai în spații mari, bine ventilate, în condițiile asigurării măsurilor de evitare a incendiilor și încadrării concentrațiilor de nocivități în limitele admise de norme;
- radiatoare speciale pentru gaze naturale combustibile amplasate astfel încât să nu prezinte pericol de incendiu, fără racord de evacuare a gazelor de ardere deasupra acoperișului.

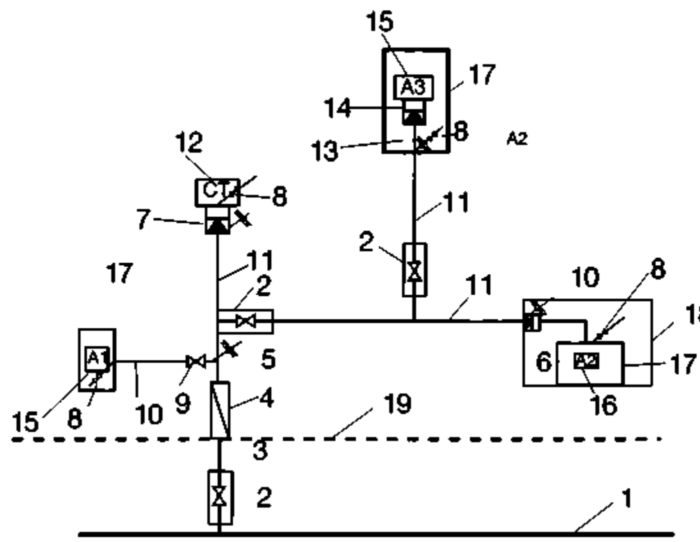


Fig. 6.4.4. Schema unei instalații de utilizare industrială a gazelor:
A1, A2, A3 -agregate; C. T. - centrală termică; 1 - rețea de distribuție presiune medie; 2 - robinet montat în cămin; 3 - branșament presiune medie; 4 - stație de reglare-măsusurare - presiune medie-presiune redusă; 5 - instalație de utilizare exterioară - presiune redusă; 6 - post de reglare în instalația de utilizare din incintă - presiune redusă-presiune joasă; 7 - post de reglare în instalația de utilizare, alipit unei centrale termice - presiune redusă-presiune joasă; 8 - robinet de incendiu; 9 - robinet montat suprateran; 10 - instalație de utilizare exterioară, presiune redusă, supraterană; 11 - instalație de utilizare exterioară, presiune redusă, subterană; 12 - centrală termică; 13 - instalație de utilizare interioară, presiune redusă; 14 - post de reglare presiune redusă; 15 - aparat consumator de combustibili gazoși, funcționând la presiune redusă; 16 - aparat consumator de combustibili gazoși, funcționând la presiune joasă; 17 - clădire; 18 - împrejmuire clădire; 19 - limită de proprietate

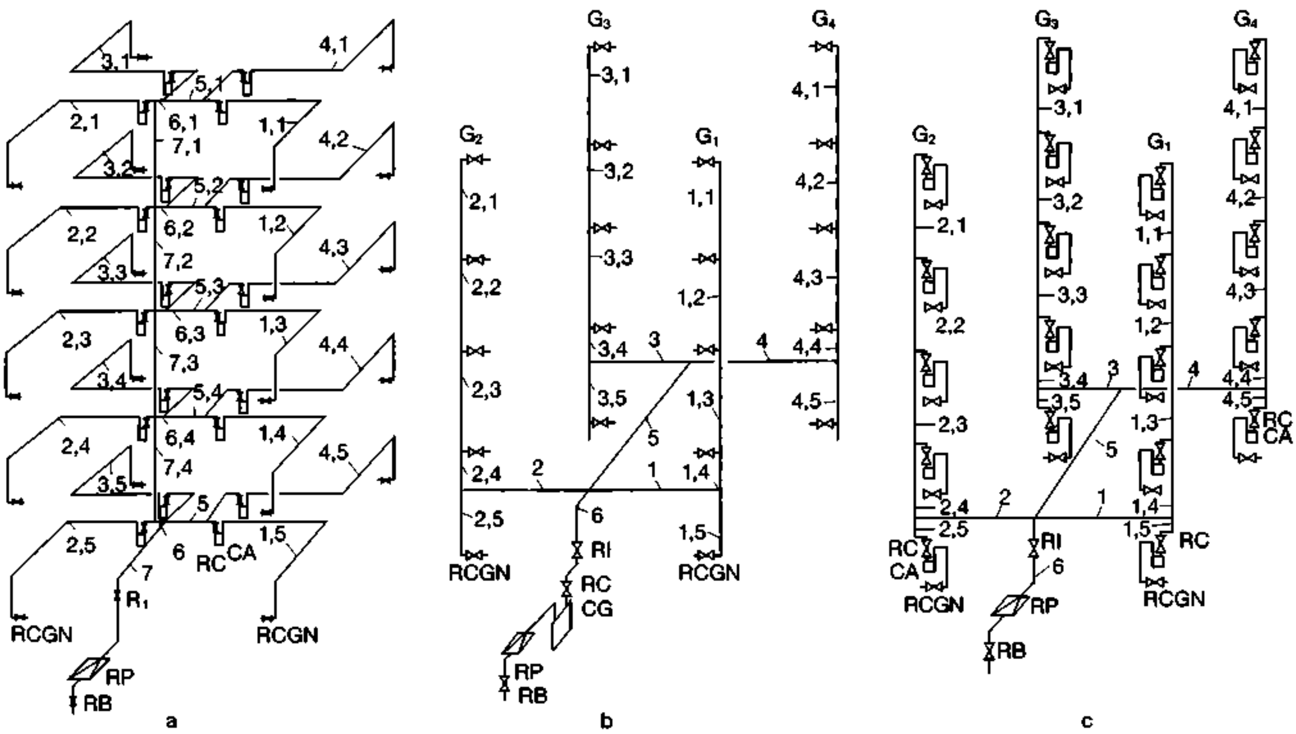


Fig 6.4.3. Schemele izometrice ale instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile, de la o clădire de locuit cu P+4 etaje:
a - cu contoare pentru fiecare apartament amplasate în casa scării; b - cu contor general pentru apartamentele de la o scară a clădirii și cu coloane montate în bucătării; c - cu contoare și cu coloane montate în bucătării;
Notațiile au semnificația de la fig. 6.4.1. și 6.4.2.

Aparatele de utilizare industrială, cu debit instalat peste 25 m^3_N/h, se prevăd cu armături pentru montarea următoarelor aparate de măsură și control și a prizelor în vederea efectuării de determinări pentru întocmirea bilanțului termic al instalației:

- manometru montat pe conducta de intrare a gazelor în aparat;
- termometre montate pe conducta de alimentare cu gaze naturale și respectiv, pe canalul de ieșire a gazelor de ardere;
- contor de gaze naturale;
- prize de prelevare a probelor din gazele naturale și respectiv, din gazele de ardere;
- priză de măsurare a tirajului.

6.4.2.3 Soluții constructive pentru realizarea rețelei interioare de distribuție a gazelor naturale combustibile

La alegerea traseelor pentru conductele rețelei interioare de gaze naturale combustibile, condițiile de siguranță au prioritate față de condițiile de estetică.

Fiecare unitate locativă se racordează la coloana montantă sau la instalația exterioară printr-o singură derivație.

Conductele instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile se amplasează:

- aparent, în spații uscate, ventilate, luminate și circulate, cu acces permanent, inclusiv în subsolurile care îndeplinesc aceste condiții;
- pe cât posibil, pe elemente de rezistență ale construcției: pereți, stâlpi, grinzi, plafoane;
- pe stâlpi metalici sau din beton, montați special în acest scop, sau în scopul susținerii conductelor de gaze naturale împreună cu conductele pentru alte instalații.

Se admite montarea conductelor mascate în canale vizitabile și ventilate, numai în cazul construcțiilor cu grad deosebit de finisare.

Pentru alimentarea cu gaze naturale combustibile a punctelor de consum care nu sunt amplasate lângă pereți, se admite montarea conductelor în șlițuri în perete sau în canale amenajate în pardoseală, dacă aceste canale:

- sunt acoperite cu capace perforate și ușor demontabile;
- sunt uscate și aerisite;
- au trasee cât mai scurte;
- au pantă, după caz, pentru asigurarea scurgerii spre punctele de colectare a eventualelor infiltrații de apă;
- nu au legătură la conductele de canalizare a apelor uzate;
- au dimensiuni care să permită controlul și repararea conductei.

Trecerea conductelor prin pereți sau planșee se face prin tuburi de protecție, fără îmbinări în tuburi de protecție.

Se evită, de regulă, trecerea conductelor prin camere de dormit neprevăzute cu instalații de gaze naturale.

Când trecerea conductelor de gaze prin încăperi cu umiditate pronunțată sau atmosferă corosivă este inevitabilă, se folosesc țevi zincate sau protejate cu lacuri anticorosive.

Este interzisă trecerea conductelor prin:

- apartamente diferite (dintr-un apartament în altul);
- coșuri și canale de ventilație;
- puțuri și camere de ascensoare;
- spații neventilate sau spații închise cu rabiț sau alte materiale;
- încăperi cu umiditate pronunțată;
- încăperi de depozitare a materialelor inflamabile;
- poduri ale clădirilor, debarale, cămări, closete și alte spații de acest fel, a conductelor cu îmbinări fixe sau demontabile, dacă încăperile nu sunt ventilate;
- subsoluri tehnice și canale tehnice;
- ghene sau nișe, inclusiv în spațiul de sub acestea, în care sunt montate conducte pentru alte instalații;
- încăperi cu mediu corosiv sau cu degajare de noxe;
- locuri greu accesibile, în care întreținerea normală a conductelor nu poate fi asigurată;
- spații de depozitare;
- spații de adăpostire din subsolul clădirilor și prin galerii de evacuare.
- intersectarea canalelor pentru conductele de gaze naturale cu canale pentru alte instalații sau comunicarea cu acestea.

Este interzisă montarea înglobată a conductelor instalațiilor de utilizare în elemente de construcție: pereți, planșee, pardoseli etc.

Se evită trecerea conductelor prin camere de dormit neprevăzute cu aparate consumatoare de combustibili gazoși.

În halele industriale, conductele instalațiilor de gaze naturale combustibile se amplasează astfel încât să fie protejate împotriva degradării prin: lovire directă sau trepidații; contactul cu lichide corosive; contactul îndelungat cu apa; radiație sau conducție termică etc.

Este interzisă utilizarea conductelor de gaze naturale pentru orice alte scopuri, cum ar fi: punerea la pământ a altor instalații; realizarea prizelor de protecție electrică; susținerea conductorilor electrici, indiferent de tensiune și curent; agățarea sau rezemarea unor obiecte.

Distanțele minime între conductele de gaze naturale și elementele celorlalte instalații se încadrează în prevederile din: Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 Vc.a. și 1500 Vc.c. indicativ 17; Prescripțiile tehnice ISCIR și STAS 800.

Trecerea conductelor prin pereți sau planșee se face:

- protejată în tub de protecție;
- fără îmbinări în tubul de protecție.

Tuburile de protecție pentru instalațiile interioare se fixează rigid și etanș de elementele de construcție și depășesc fața finită a acestora cu: 10 mm la pereți și plafoane și cu 50 mm la pardoseli. Capetele tubului de protecție se etanșează pe conducta instalației de utilizare.

În clădirile de locuit cu mai mult de 3 niveluri, coloanele instalațiilor de utilizare se montează, de regulă, în casa scărilor.

Se admite montarea coloanelor instalațiilor de utilizare și în exteriorul clădirilor, protejate cu măști fixate pe pereții exteriori, cu respectarea următoarelor condiții: măștile să fie ventilate (perforate) și demontabile și să asigure accesul în vederea întreținerii instalațiilor de utilizare;

Pe conductele instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile se montează robinete de închidere, în următoarele locuri:

- înaintea fiecărui contor, în instalațiile cu un singur contor, dacă distanța între robinetul de incendiu și contor nu depășește 5 m, robinetul de incendiu ține loc și de robinet de contor;
- pe fiecare ramificație importantă;
- pe fiecare conductă care alimentează grupuri de arzătoare montate la aparate, mese de lucru, laboratoare etc.;
- la baza fiecărei coloane, în clădiri cu peste 5 niveluri, dacă plasarea robinetelor de la baza coloanelor nu se poate face în condiții de siguranță și estetică corespunzătoare, se admite montarea unui singur robinet pentru un grup de coloane care alimentează maximum 24 puncte de consum;

Numărul robinetelor de închidere care se montează înaintea fiecărui aparat consumator de combustibil gazoși sunt stabilite astfel:

- un robinet în cazul în care:
  - aparatele consumatoare de combustibili gazoși au racord rigid și robinet de manevră propriu;
  - aparatele consumatoare de combustibili gazoși au racord flexibil și robinet de manevră propriu;
- două robinete în cazul în care:
  - aparatele consumatoare de combustibili gazoși racordate rigid, care nu au robinet de manevră propriu;
  - aparatele consumatore de combustibili gazoși racordate prin racord flexibil, care nu au robinet de manevră propriu; cele 2 robinete se montează pe conductă înaintea racordului flexibil.

6.4.2.4 Asigurarea aerului necesar arderii și evacuarea gazelor de ardere

Aerul necesar arderii se asigură în funcție de raportul între volumul interior al încăperii V_i [m³] și debitul nominal al aparatului consumator de combustibili gazoși $\dot{V}_n$ [m³N/h]:

- pentru cazul $V_i/\dot{V}_n \geq 30$, aerul din încăpere este suficient pentru ardere;
- pentru cazul $V_i/\dot{V}_n < 30$, se prevede accesul aerului direct din exterior, prin goluri practicate la partea inferioară a încăperii.

Sunt exceptate bucătăriile din locuințe cu încălzire centrală, în care nu există alte aparate consumatoare de combustibili gazoși, la care se admite accesul aerului dintr-o încăpere vecină prin realizarea unui gol spre această încăpere, cu condiția satisfacerii raportului $V_i/\dot{V}_n \geq 30$, în care V_i este volumul bucătăriei plus volumul încăperii respective. Dacă, și în încăperea vecină spre care este prevăzut golul, sunt instalate aparate consumatoare de combustibili gazoși, raportul dintre suma volumelor celor două încăperi ($\sum V_i = V_{i1} + V_{i2}$) și suma debitelor aparatelor consumatoare de combustibili gazoși din aceste încăperi ($\sum \dot{V}_n = \dot{V}_{n1} + \dot{V}_{n2}$) trebuie să fie, $\sum V_i / \sum \dot{V}_n \geq 30$. În cazul în care această condiție nu poate fi îndeplinită, se realizează prize de aer direct din exteriorul construcției.

Suprafața golului pentru accesul aerului de ardere se determină ca produsul între debitul instalat $\dot{V}_i$ [m³N/h] și modulul de 0,0025 m²/(m³N/h):

$A = 0{,}0025 \cdot \dot{V}_i$ [m²]

Golul pentru accesul aerului de ardere se prevede la partea inferioară a încăperii și fără dispozitive de închidere sau reglare. Este interzisă obturarea golului de acces al aerului de ardere.

În cazul în care accesul aerului de ardere se asigură prin canale, secțiunile canalelor de aer se stabilesc luând în considerare rezistențele aeraulice ale acestora.

La încăperile în care se instalează aparate cu flacără liberă, independent de volumul lor, se prevăd canale de evacuare a gazelor de ardere deasupra acoperișului.

Canalele de evacuare a gazelor de ardere se racordează la partea superioară a încăperilor, cât mai aproape de plafon, și nu se prevăd cu dispozitive de închidere sau reglare.

În cazul unor încăperi dotate cu aparate de utilizare care necesită volume de aer pentru arderea gazelor, relativ mici în raport cu volumul încăperii, se admite evacuarea gazelor de ardere prin instalații de ventilare mecanică, în locul canalelor de evacuare, cu condiția ca instalațiile de ventilare să aibă gura de aspirație pe tavan sau cât mai aproape de tavan, iar ieșirea gazelor de ardere să fie asigurată chiar și în cazul de nefuncționare a ventilării.

Pentru construcții existente, se admite practicarea, în peretele exterior sau în tocul ferestrei, la partea superioară a încăperii, a golului pentru evacuarea gazelor de ardere.

Evacuarea gazelor de ardere din bucătării și oficii se face prin tiraj natural sau mecanic, utilizându-se fie canale individuale, fie canale colectoare sau hote cu evacuarea gazelor de ardere în exterior.

La evacuarea gazelor de ardere prin canale colectoare, canalele individuale vor dubla canalul colector pe înălțimea unui etaj, pentru evitarea pericolului de pătrundere a gazelor de ardere dintr-o încăpere în alta.

În cazul racordării mai multor aparate consumatoare de combustibili gazoși la același canal de fum, se are în vedere și se previne pericolul ca, prin aparatele care nu sunt în funcțiune, să se introducă în încăpere gaze de ardere rezultate de la aparatele care funcționează.

Racordarea a două sau mai multe aparate consumatoare de combustibili gazoși la același coș de fum se face la niveluri diferite, cu condiția ca secțiunea coșului să poată prelua debitele de gaze de ardere însumate, ale tuturor aparatelor racordate la același coș.

Secțiunile coșurilor de fum pentru evacuarea gazelor de ardere de la aparatele consumatoare de combustibili gazoși cu tiraj natural (conform prescripțiilor de dimensionare din STAS 6724 și STAS 6793) sunt redate în tabelele 6.4.1 și 6.4.2.

Evacuarea gazelor de ardere din hale

Tabelul 6.4.1. Secțiunile coșurilor de fum pentru evacuarea gazelor de ardere de la aparate de utilizare cu tiraj natural

Debit instalat, [m³N/h]	Înălțimea activă de tiraj [m]	Număr maxim de racorduri la același coș	Secțiune liberă rectangulară [cm×cm]	Secțiune liberă circulară Φ [cm]
1	2	3	4	5
1,0	2,5	1	10 x 10	10
1,5	4,5	1	10 x 10	10
2,0	2,5	1	13 x 13	13
3,0	4,5	1	13 x 13	13
3,0	2,5	2	13 x 20	16
4,5	4,5	2	13 x 20	16
4,5	2,5	2	20 x 20	20
7,0	4,5	2	20 x 20	20

Observații:

- Coloanele 4 și 5: secțiunile indicate sunt cele uzuale. În cazul unor secțiuni intermediare, valorile corespunzătoare din coloana 1 pot fi obținute prin interpolare;
- Coloana 1: Valorile din tabel se referă la coșuri din zidărie masivă, cu golul realizat cu tipare glisante. Aceste valori pot fi sporite:
  - cu 25 % pentru coșuri de fum căptușite cu tuburi sau blocuri prefabricate, având fețele interioare netede;
  - conform tabelului 6.4.2, pentru înălțimi mai mari de 4,5 m.

Tabelul 6.4.2. Valorile coeficientului de corecție a datelor din coloana 1, tabelul 6.4.1

$H_{coș}$, [m]	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Spor [%]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Tabelul 6.4.3. Valorile factorilor de simultaneitate pentru aparatele de utilizare a gazelor naturale combustibile amplasate în bucătăriile clădirilor de locuit

Numărul de apartamente	Factorul de simultaneitate
1	1,00
2	0,81
3	0,71
4	0,65
5	0,62
6	0,59
8	0,55
10	0,53
12	0,51
16	0,47
20	0,45
24	0,43
28	0,42
32	0,41
36	0,40
40	0,39
44	0,38
48	0,38
52	0,37
56	0,37
60	0,36
64	0,36
68	0,35
72	0,35
76	0,35
80	0,34
peste 80	0,34

industriale se face în funcție de debitele rezultate și de condițiile locale, fie prin ventilare naturală organizată, fie prin ventilare mecanică.

Tipul de ventilare și dimensionarea instalației sunt în funcție de cantitatea de gaze de ardere, astfel încât să nu se depășească concentrațiile admise prin normele de protecție a muncii și normele de protecție a mediului.

Legarea la coș prin burlan din tablă metalică, rigid sau flexibil, se admite în următoarele condiții:

- secțiunea burlanului să fie cel puțin egală cu secțiunea racordului de ieșire din aparatul consumatoare de combustibili gazoși;
- porțiunea verticală să aibă cel puțin 0,4 m la ieșirea din aparatul de utilizare;
- distanța de la coș până la aparatul consumator de combustibili gazoși să fie mai mică de 3 m;
- panta către coș să fie de minimum 8 %, dacă distanța depășește 1 m;
- burlanul să fie izolat termic, dacă distanța depășește 3 m.

Este permisă evacuarea gazelor de ardere prin orificii practicate în pereții exteriori ai clădirilor numai pentru aparatele consumatoare de combustibili gazoși omologate sau cu agrement tehnic, prevăzute din fabricație cu astfel de evacuare.

Evacuarea gazelor de ardere de la cazanele din centrale se face pe baza prevederilor din „Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor de încălzire centrală - indicativ I 13".

Este interzisă racordarea la canalele de fum aferente focarelor alimentate cu alt tip de combustibil (lemn, păcură, cărbune etc.), cu excepția aparatelor consumatoare de combustibili gazoși care au fost construite pentru alimentare mixtă (gaze naturale – combustibil lichid / solid).

Pentru protecția împotriva incendiului, se interzice:

- trecerea burlanelor dintr-o încăpere în alta, cu excepția burlanelor sudate;
- montarea la aparatele de consum individual (sobe, mașini de gătit, radiatoare etc.) a dispozitivelor de închidere sau obturare a secțiunii de ieșire a gazelor de ardere;
- evacuarea gazelor de ardere în podurile caselor.

6.4.3. Dimensionarea conductelor instalațiilor interioare de utilizare a gazelor naturale combustibile de joasă presiune

6.4.3.1 Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune

Debitul de calcul se determină în funcție de tipul instalației interioare de utilizare a gazelor naturale, după cum urmează:

- în cazul instalațiilor de alimentare cu gaze a aparatelor de utilizare amplasate în bucătăriile situate în clădiri de locuit dotate cu încălzire centrală și cu prepararea centrală a apei calde de consum, debitul de calcul $\dot{V}_N$ [m^3_N/h] se determină cu relația:

$$\dot{V}_N = \sum_{i=1}^{n} \dot{V}_{ni} F_i \quad [m^3_N/h] \qquad (6.4.1)$$

în care:

$\dot{V}_{ni}$ - este debitul nominal al aparatului de utilizare de un anumit tip i [m^3_N/h], debitele nominale ale aparatelor având agrement tehnic vor fi cele indicate de fabricile producătoare;

F_i - factori de simultaneitate, având valorile redate în tabelul 6.4.3 în funcție de numărul de apartamente.

Pentru cazurile în care factorii de simultaneitate nu sunt normați, aceștia se stabilesc prin similitudine cu alte cazuri având același specific de activitate sau sunt precizați în proiectul tehnologic.

- în cazul instalațiilor de utilizare folosite pentru încălzirea centrală sau individuală a clădirilor, debitul de calcul $\dot{V}_N$ se determină cu relația:

$$\dot{V}_N = \sum_{i=1}^{n} \dot{V}_{ni} \quad [m^3_N/h] \qquad (6.4.2)$$

în care:

$\dot{V}_{ni}$ - este debitul nominal al unui arzător [m^3_N/h].

6.4.3.2 Stabilirea căderilor de presiune disponibile pentru dimensionarea conductelor instalațiilor interioare de gaze naturale de joasă presiune

Diametrele conductelor se determină pe baza căderii de presiune admisă, $\Delta P = p_1 - p_2$, unde p_1 este presiunea minimă disponibilă a gazului la intrarea în conductă [bar], iar p_2 este presiunea minimă necesară gazului la ieșirea din conductă [bar].

În cazul în care la intrarea în conductă se prevede un regulator pentru reducerea-reglarea presiunii, atunci p_1 este egală cu presiunea de ieșire din regulator minus abaterea maximă prevăzută în standardul sau cartea tehnică de fabricație a aparatului.

Dacă la ieșirea din conductă se prevede un regulator pentru reducerea-reglarea presiunii, p_2 este egală cu presiunea minimă necesară pentru funcționarea regulatorului, prevăzută în standardul sau cartea tehnică de fabricație a aparatului, plus o majorare de 10 % pentru compensarea unor factori imprevizibili.

În cazul instalațiilor de utilizare a gazelor naturale combustibile de joasă presiune, prevăzute cu regulatoare de presiune pentru debit mic, care alimentează aparate de uz casnic sau aparate industriale cu presiune nominală de 20 mbar, căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductelor va fi de 5 mbar.

Pentru rețele și instalații care alimentează direct aparate de utilizare la presiune joasă, fără intermediul unui regulator de presiune, căderea de presiune este egală cu fluctuația maximă de presiune admisibilă la aparatele de utilizare, prevăzută în standardul sau cartea tehnică de fabricație a aparatului (de regulă, 20...25 % din presiunea nominală a aparatului).

În cazul unor extinderi ale rețelelor existente de distribuție a gazelor naturale de presiune joasă, care alimentează aparate de utilizare cu presiunea nominală de 20 mbar, căderea totală de presiune disponibilă pentru dimensionarea rețelei de distribuție și a instalației de utilizare va fi de 10 mbar cu condiția ca la ieșirea din stația de reglare să se mențină presiunea de 30 mbar.

Pentru rețeaua de distribuție, inclusiv branșamentul, se consideră căderea de presiune de 5 mbar, restul de 5 mbar

Tabelul 6.4.4. Valorile disponibilului suplimentar de presiune dat de forța ascensională, în funcție de înălțimea punctului de consum față de nivelul regulatorului de presiune

A_r [m]	D_p [mbar/10 m]
0	0,054
100	0,052
200	0,051
300	0,50
400	0,049
500	0,047
600	0,046
700	0,045
800	0,043
900	0,042
1000	0,041
1100	0,040
1200	0,039

A_r - altitudinea locului unde se montează regulatorul de presiune; D_p - disponibilul suplimentar de presiune dat de forța ascensională, în funcție de înălțimea punctului de consum față de nivelul regulatorului de presiune.

fiind destinați instalației de utilizare.

În cazul instalațiilor de utilizare a gazelor naturale de presiune joasă, amplasate în clădiri cu înălțime de peste 10 m, pentru dimensionarea coloanelor se ține seama de creșterea disponibilului de presiune datorită forței ascensionale a gazelor naturale. Disponibilul de presiune provocat de forța ascensională se obține făcând produsul între valoarea indicată în tabelul 6.4.4 și înălțimea la care este montat punctul de consum, măsurată de la nivelul regulatorului de presiune, ținând seama de altitudinea locului unde este montat regulatorul de presiune.

6.4.3.3 Dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile

a. Ipoteze și relații generale de calcul. În comparație cu lichidele, gazele sunt compresibile. Din această cauză, în studiul curgerii gazelor sub presiune în conducte de secțiune circulară, se aplică modelul de curent unidimensional, considerând ca parametrii ai mișcării, într-o secțiune oarecare, viteza medie v, presiunea p și densitatea ρ.

Se adoptă următoarele ipoteze de calcul:

- se neglijează forțele masice;
- mișcarea se consideră permanentă, turbulentă, fără vârtejuri și în regim subsonic;
- în timpul curgerii, gazele suferă o destindere izotermă.

Între parametrii hidraulici v, p și ρ, ai schemei unidimensionale a curenților de gaz, se stabilesc trei relații de bază:

- *relația de continuitate*, care exprimă că debitul masic, $\dot{M}_M$ de gaz este constant prin orice secțiune A a conductei.

$$\dot{M}_M = \rho \cdot v \cdot A = \text{constant} \quad [\text{kg/s}] \qquad (6.4.3)$$

unde:

$A = \pi D^2/4$ [m²] este aria secțiunii transversale a conductei de diametru D [m];

v - viteza medie a gazului în conductă [m/s];

ρ - densitatea gazului [kg/m³].

Aplicând ecuația de continuitate 6.4.3 pentru o stare de referință R și pentru o stare oarecare, se obține:

$$\dot{M}_M = \rho_R \cdot v_R \cdot A = \rho \cdot v \cdot A = \text{constant} \quad [\text{kg/s}] \qquad (6.4.4)$$

de unde rezultă:

$$v = \frac{\rho_R}{\rho} v_R \qquad (6.4.5)$$

- *ecuația de stare fizică a gazului*, pentru unitatea de masă de gaz:

$$p = \rho \cdot R \cdot T \qquad (6.4.6)$$

în care:

R - este constanta gazului [J/kgK];

T - temperatura absolută a gazului [K].

Pentru o stare de referință R rezultă:

$$p_R = \rho_R \cdot R \cdot T_R \qquad (6.4.7)$$

și împărțind relațiile 6.4.6 și 6.4.7 membru cu membru se deduce:

$$\rho = \rho_R \frac{T_R}{p_R} \cdot \frac{p}{T} \qquad (6.4.8)$$

- *ecuația mișcării (relația energetică)*, sub formă diferențială:

$$dp = -dh_r \qquad (6.4.9)$$

sau:

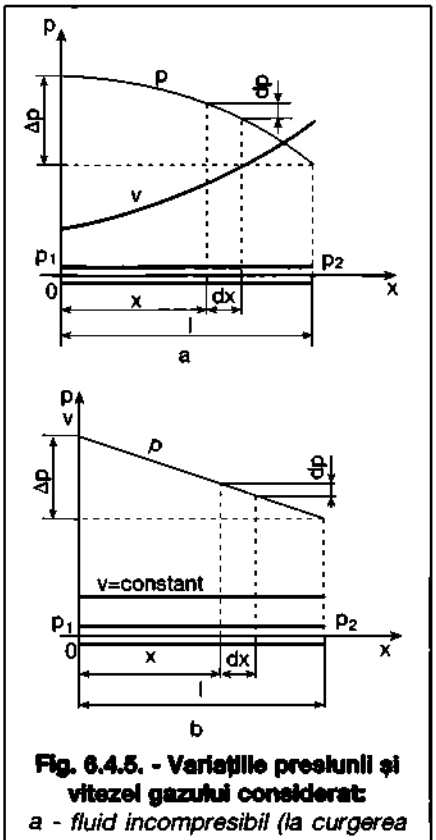


Fig. 6.4.5. - Variațiile presiunii și vitezei gazului considerat:
a - fluid incompresibil (la curgerea în regim cu volum constant);
b - fluid compresibil (la curgerea în regim cu volum variabil).

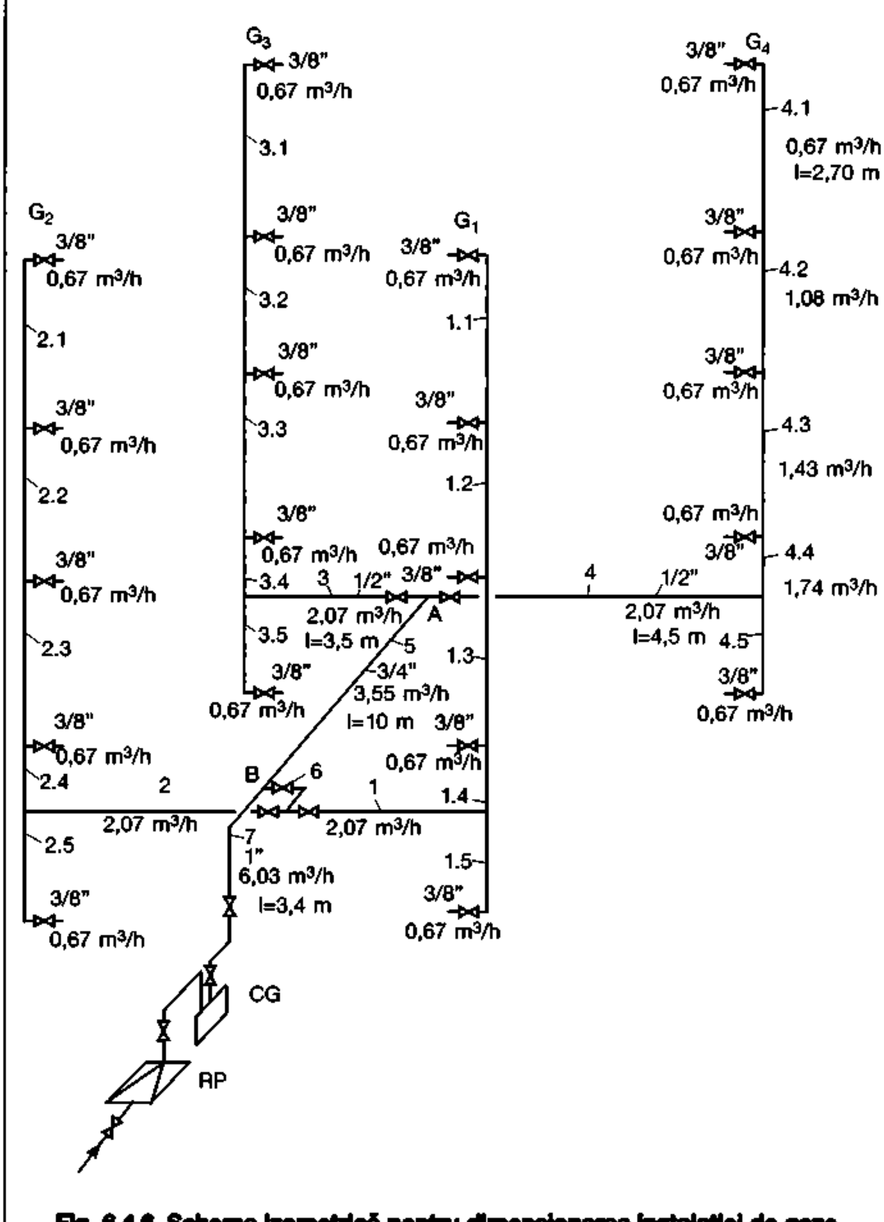


Fig. 6.4.6. Schema izometrică pentru dimensionarea instalației de gaze naturale, la bucătăriile unui bloc de locuit cu P+4 etaje (exemplul de calcul 1).

$$dp = -\frac{\rho v^2}{2}\cdot\frac{\lambda}{D}\cdot dx \qquad (6.4.10)$$

în care:

dp - este căderea de presiune elementară a gazului, pe un tronson de conductă de lungime elementară dx, (fig 6.4.5) pe care are loc pierderea elementară de sarcină:

$$dh_r = -\frac{\rho v^2}{2}\cdot\frac{\lambda}{D}\cdot dx \qquad (6.4.11)$$

λ - coeficientul de rezistență hidraulică liniară, calculat, de regulă, cu relația Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}+\frac{k}{3,71D}\right) \qquad (6.4.12)$$

aplicabilă pentru: $23D/k < Re < 560D/k$;

Tabelul 6.4.6. Lungimi echivalente ale rezistențelor locale pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile la presiune joasă, [m]

Diametrul D_n [in]; [cm]	Rezistența locală			
	Robinet cu cep	Vane	Coturi	Teuri în direcția derivației
3/8; 1,250	0,05	-	0,02	0,40
1/2; 1,575	0,06	-	0,05	0,60
3/4; 2,125	0,08	-	0,08	0,83
1; 2,700	0,11	-	0,12	1,08
1 1/4; 3,575	0,14	-	0,14	1,43
1 1/2; 4,125	0,17	-	0,26	1,68
2; 5,200	0,22	-	0,42	2,00
2 1/2; 5,680	-	0,32	0,65	2,80
3; 8,050	-	0,40	0,92	3,70
4; 10,550	-	0,50	1,45	5,00
5; 13,100	-	0,70	2,20	6,60
6; 15,600	-	0,80	2,80	8,40
8; 20,300	-	1,20	4,00	12,00
10; 25,300	-	1,50	5,40	16,00
12; 30,500	-	2,00	6,70	20,00
14; 35,300	-	2,50	8,00	25,00
15; 40,200	-	3,00	9,70	29,00
20; 50,200	-	4,00	12,60	39,00

Tabelul 6.4.7. Calculul de dimensionare și determinarea pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze de joasă presiune la o clădire de locuit având P + 4 etaje (exemplul de calcul)

Nr. tronsonului	Q [m³/h]	Lungimea [m] fizică; l	echivalentă; le	totală; L	d [in]	i [mbar/m]	i·L [mbar]	$h_r = \sum i{\cdot}L$ [mbar]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Traseul principal (coloana G4)								
4.1	0,67	2,7	0,47	3,17	3/8	0,035	0,1109	0,1109
4.2	1,08	2,7	0,40	3,10	3/8	0,055	0,1705	0,2814
4.3	1,43	2,7	0,40	3,10	1/2	0,030	0,0930	0,3744
4.4	1,74	0,9	0,40	1,30	1/2	0,100	0,1300	0,5044
4	2,07	4,5	0,66	5,16	1/2	0,135	0,6966	1,2010
5	3,55	10,0	0,83	10,83	3/4	0,080	0,8664	2,0674
7	6,03	3,5	0,93	4,43	1	0,063	0,2790	2,3464
Coloana G3 (Tronsoanele 3.1 - 3)				H_{dispA} = 1,2010 mbar				
3.1	0,67	2,7	0,47	3,17	3/8	0,035	0,1109	0,1109
3.2	1,08	2,7	0,40	3,10	3/8	0,055	0,1705	0,2814
3.3	1,43	2,7	0,40	3,10	1/2	0,030	0,0930	0,3744
3.4	1,74	0,9	0,40	1,30	1/2	0,100	0,1300	0,5044
3	2,07	3,5	0,66	4,16	1/2	0,135	0,5616	1,0660
Coloana G1 (Tronsoanele 1.1 - 6)				H_{dispB} = 2,0674 mbar				
1.1	0,67	2,7	0,47	3,17	3/8	0,035	0,1109	0,1109
1.2	1,08	2,7	0,40	3,10	3/8	0,055	0,1705	0,2814
1.3	1,43	2,7	0,40	3,10	1/2	0,030	0,0930	0,3444
1.4	1,74	0,9	0,40	1,30	1/2	0,100	0,1300	0,5040
1	2,07	3,9	0,66	4,56	1/2	0,135	0,6156	1,1196
6	3,55	3,0	1,15	4,15	3/4	0,080	0,3320	1,4516
Coloana G2 (Tronsoanele 2.1 - 2)				H_{dispB} = 2,0674-0,332=1,7354 mbar				
2.1	0,67	2,7	0,47	3,17	3/8	0,035	0,1109	0,1109
2.2	1,08	2,7	0,40	3,10	3/8	0,055	0,1705	0,2814
2.3	1,43	2,7	0,40	3,10	1/2	0,030	0,0930	0,3744
2.4	1,74	0,9	0,40	1,30	1/2	0,100	0,1300	0,5040
2	2,07	4,1	0,66	4,76	1/2	0,135	0,6426	1,1466

$Re = vD/\nu$ este numărul Reynolds;

ν - coeficientul cinematic de viscozitate [m²/s].

Înlocuind parametrii ν și ρ din relațiile 6.4.5, respectiv 6.4.8 în relația 6.4.10 și integrând între secțiunile inițială (1) și finală (2), ale tronsonului de conductă, respectiv în condițiile: pentru $x = 0$, $p = p_1$ și pentru $x = L$, $p = p_2$ se obține:

$$2\int_{p_1}^{p_2} p\,dp = -\frac{p_R\rho_R v_R^2}{T_R}\cdot\frac{\lambda T}{D}\int_0^L dx \qquad (6.4.13)$$

de unde se deduce:

$$p_1^2 - p_2^2 = -\frac{p_R\rho_R v_R^2}{T_R}\cdot\frac{\lambda L T}{D} \qquad (6.4.14)$$

și din care se exprimă viteza v_R:

$$v_R = \sqrt{\frac{T_R}{p_R}}\cdot\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D}{\lambda L T\rho_R}} \quad [m/s] \qquad (6.4.15)$$

în care:

$$L = l + l_e \quad [m] \qquad (6.4.16)$$

unde:

l - este lungimea fizică a tronsonului de conductă între secțiunile (1) și (2),

l_e - este lungimea echivalentă pierderilor de sarcină:

$$l_e = \frac{D}{\lambda}\sum_{i=1}^{k}\xi_i \quad [m] \qquad (6.4.17)$$

în care:

$\sum_{i=1}^{k}\xi_i$ este suma coeficienților de pierderi locale de sarcină în rezistențele hidraulice locale pe tronsonul de conductă de diametru D cuprins între secțiunile (1) și (2).

Debitul volumic de gaz la starea de referință R va fi:

$$\dot{V}_R = \frac{\pi D^2}{4}\cdot v_R = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{T_R}{p_R}}\cdot\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D^5}{\lambda L T\rho_R}} \quad [m^3/s] \qquad (6.4.18)$$

În relația 6.4.18 se introduce densitatea relativă δ a gazului față de aer, la starea de referință R:

$$\delta = \frac{\rho}{\rho_{aR}} \qquad (6.4.19)$$

și se obține:

$$\dot{V}_R = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{T_R}{p_R\rho_{aR}}}\cdot\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D^5}{\lambda L T\delta}} \quad [m^3/h] \qquad (6.4.20)$$

La starea de referință normală fizică, debitul volumic de gaz va fi (conform relației 6.4.20):

$$\dot{V}_N = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{T_N}{1,293 p_N}}\cdot\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D^5}{\lambda L T\delta}} \quad [m_N^3/h] \qquad (6.4.21)$$

De regulă, debitul de gaz se exprimă la starea de referință standard, aplicând relația:

$$\frac{p_s\dot{V}_s}{T_s} = \frac{p_N\dot{V}_N}{T_N} \qquad (6.4.22)$$

cu $p_s = p_N$ = 101325 N/m² și se deduce:

Tabel 6.4.5 a.- DEBITUL DE CALCUL $\dot{V}_{cs}$, [m³/h], PENTRU CONDUCTE DIN OȚEL, GAZE NATURALE PRESIUNE JOASĂ (T=288,15 K; δ = 0,554)

ΔH		12,5	15,75	21,25	27	35,7	41,2	52,5	68	80,5	104	131	152	203	253	305	353	402	502	600	Di, [mm]
[Pa/m]	[mbar/m]	3/8	1/2	3/4	1	$1^{1/4}$	$1^{1/2}$	2	$2^{1/2}$	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	Dn, [inch]
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0,1	0,001	0,02	0,05	0,16	0,41	1,26	2,24	4,2	7,9	12,7	25,5	47,9	71,7	157	284	468	692	979	1770	2843	
0,2	0,002	0,04	0,10	0,38	0,83	2,53	2,94	5,7	11,7	18,6	37,4	70,0	104	228	411	577	1000	1413	2548	4087	
0,3	0,003	0,06	0,14	0,42	1,24	2,82	3,04	7,2	14,7	23,9	46,7	87,1	138	273	509	839	1237	1747	3149	5046	
0,4	0,004	0,08	0,19	0,63	1,65	3,11	4,34	8,5	17,2	27,2	54,5	101	151	329	593	975	1438	2030	3655	5856	
0,5	0,005	0,09	0,24	0,77	2,07	3,40	4,92	9,6	19,4	30,7	61,5	114	170	370	666	1096	1615	2279	4103	6570	
0,6	0,006	0,11	0,29	0,95	2,48	3,69	5,44	10,6	21,4	33,9	67,8	126	188	408	733	1205	1775	2505	4507	7216	
0,7	0,007	0,13	0,33	1,11	2,54	3,99	5,92	12,3	23,3	36,8	73,6	136	203	442	794	1305	1923	2713	4880	7810	
0,8	0,008	0,15	0,38	1,27	2,60	4,30	6,38	12,4	25,0	39,6	79,0	146	218	474	851	1399	2060	2906	5226	8364	
0,9	0,009	0,17	0,43	1,43	2,66	4,59	6,80	13,2	26,7	42,1	84,1	155	232	504	905	1486	2189	3088	5552	8884	
1	0,01	0,19	0,48	1,59	2,72	4,86	7,20	14,0	28,2	44,6	88,4	165	245	532	956	1570	2312	3260	5860	9376	
2	0,02	0,38	0,96	1,80	3,29	7,09	10,48	20,3	40,8	64,3	127	237	352	762	1362	2242	3299	4649	8350	13350	
3	0,03	0,57	1,44	2,19	4,10	8,91	13,01	25,1	50,5	79,5	158	292	435	938	1682	2758	4057	5717	10262	16402	
4	0,04	0,76	1,48	2,48	4,79	10,27	15,16	29,2	58,7	92,3	183	339	504	1087	1948	3194	4697	6617	11875	18975	
5	0,05	0,95	1,52	2,79	5,39	11,55	17,05	32,8	65,9	103	205	380	565	1219	2183	3578	5261	7410	13295	21243	
6	0,06	1,14	1,56	3,08	5,94	12,72	18,78	36,1	72,5	113	226	416	620	1338	2395	3925	5771	8127	14580	23393	
7	0,07	1,15	1,60	3,35	6,45	13,79	20,34	39,1	78,5	123	244	452	671	1447	2591	4244	6239	8787	15762	25179	
8	0,08	1,17	1,64	3,59	6,92	14,79	21,81	41,9	81,1	132	251	484	719	1589	2772	4541	6876	9401	16862	26934	
9	0,09	1,19	1,68	3,82	7,36	15,73	23,19	44,6	89,3	140	278	514	763	1644	2943	4820	7086	9978	17895	28582	
10	0,10	1,20	1,77	4,04	7,78	16,61	24,49	47,1	94,3	148	293	542	805	1734	3104	5084	7473	10523	18872	30141	
12	0,12	1,23	1,96	4,45	8,56	18,24	26,92	51,7	103	162	322	595	884	1903	3405	5575	8195	11538	20689	33042	
14	0,14	1,26	2,12	4,83	9,28	19,80	29,43	56,0	112	176	348	644	959	2057	3881	6027	8858	12471	22361	35709	
16	0,16	1,29	2,28	5,18	9,95	21,22	31,24	60,0	120	188	373	689	1023	2201	3938	6448	9475	13340	23916	38191	
18	0,18	1,32	2,42	5,51	10,58	22,25	33,20	63,7	127	200	396	732	1088	2336	4179	6842	10055	14155	25378	40523	
20	0,20	1,35	2,58	5,82	11,17	23,91	35,05	67,3	134	211	418	772	1145	2464	4408	7216	10604	14927	26760	42728	
22	0,22	1,43	2,69	6,12	11,74	25,01	36,61	70,6	141	221	438	810	1202	2586	4625	7571	11125	15661	28074	44825	
24	0,24	1,49	2,82	6,46	12,28	26,16	38,50	73,9	147	231	458	846	1258	2702	4833	7911	11624	16362	29330	47093	
26	0,26	1,56	2,94	6,67	12,80	27,26	40,11	76,9	153	241	477	892	1303	2813	5032	8236	12102	17035	30335	49016	
28	0,28	1,62	3,06	6,96	13,30	28,32	41,68	79,9	159	250	496	916	1358	2921	5223	8550	12562	17682	31879	50867	
30	0,30	1,68	3,17	7,19	13,78	29,34	43,85	82,8	165	259	513	940	1408	3024	5408	8852	13006	18307	32997	52652	

Legenda:

D_i - Diametrul interior al conductei [mm]
D_n - Diametrul nominal al conductei [inch]
□ - regim laminar
□ - regim instabil
□ - regim turbulent prepătratic
■ - regim turbulent rugos

Tabel 6.4.5 b. - DEBITUL DE CALCUL $\dot{V}_{cs}$ [m³/h], PENTRU CONDUCTE DIN POLIETILENĂ GAZE NATURALE PRESIUNE JOASĂ (T=288K; δ = 0,554)

ΔH,		20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630	De, [mm]
[Pa/m]	[mbar/m]	14	19	26	32,6	40,8	51,4	61,2	73,6	90	102,2	114,4	130,8	147,2	163,6	184	204,4	229	257,6	290,4	327,2	368	409	458	515,4	Di [mm]
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
0,1	0,001	0,04	0,12	0,40	0,97	2,3	4,2	6,5	10,9	19,0	27,0	36,8	53,0	73,2	97,6	134	179	243	334	462	637	873	1160	1571	2155	
0,2	0,002	0,07	0,23	0,78	1,9	3,3	6,1	9,9	16,4	28,5	40,3	54,9	79,0	109	145	199	265	360	494	682	940	1288	1709	2313	3171	
0,3	0,003	0,10	0,34	1,2	2,3	4,2	7,7	12,5	20,8	36,0	51,0	69,3	99,7	137	183	251	333	453	621	857	1180	1616	2143	2899	3861	
0,4	0,004	0,14	0,45	1,5	2,7	4,8	9,1	14,8	24,5	42,5	60,1	81,7	117	162	215	295	392	532	730	1007	1386	1897	2441	3291	4502	
0,5	0,005	0,17	0,56	1,9	3	5,5	10,4	16,8	27,9	48,3	68,3	92,8	133	184	244	335	445	603	827	1141	1570	2076	2749	3713	5079	
0,6	0,006	0,20	0,66	2,2	3,4	6,1	11,6	18,7	31,0	53,7	75,8	103	148	204	271	371	493	668	916	1223	1677	2292	3035	4098	5603	
0,7	0,007	0,23	0,77	2,5	3,6	6,7	12,7	20,5	33,9	58,6	82,8	112	161	222	295	405	537	729	967	1327	1823	2492	3298	4453	6087	
0,8	0,008	0,27	0,88	2,2	3,9	7,3	13,7	22,1	36,6	63,3	89,3	121	174	239	318	437	579	759	1037	1427	1960	2678	3545	4784	6539	
0,9	0,009	0,30	0,98	2,8	4,2	7,8	14,7	23,7	39,2	67,7	95,5	130	186	256	340	466	598	808	1105	1521	2089	2854	3777	5096	6965	
1	0,01	0,33	1,1	3,0	4,5	8,3	15,6	25,2	41,6	71,9	101	138	198	272	361	495	632	855	1171	1610	2211	3020	3997	5393	7369	
2	0,02	0,65	1,6	3,6	6,7	12,4	23,3	37,5	61,9	107	150	195	279	383	508	695	920	1245	1702	2339	3208	4378	5788	7803	10653	
3	0,03	0,96	2,0	4,5	8,5	15,7	29,4	47,3	77,9	128	180	244	349	478	633	866	1145	1548	2115	2904	3982	5431	7176	9669	13194	
4	0,04	1	2,3	5,4	10,0	18,5	34,7	55,4	87,3	150	211	285	407	558	739	1010	1335	1805	2465	3384	4637	6322	8352	11250	15346	
5	0,05	1,1	2,6	6,1	11,4	21,0	39,2	60,0	98,6	169	238	321	459	629	833	1138	1504	2032	2774	3808	5217	7111	9391	12646	17247	
6	0,06	1,3	2,9	6,8	12,7	23,4	41,5	66,4	109	187	262	355	507	694	918	1254	1657	2239	3055	4192	5742	7825	10333	13912	18968	
7	0,07	1,4	3,1	7,5	13,8	24,3	45,1	72,2	119	203	285	385	550	753	997	1361	1798	2429	3314	4547	6227	8484	11200	15077	20554	
8	0,08	1,5	3,4	8,1	15,0	26,0	48,6	77,7	127	218	306	414	591	809	1070	1461	1930	2606	3556	4877	6678	9097	12008	16163	22031	
9	0,09	1,6	3,6	8,6	15,9	27,8	51,8	82,8	136	233	326	441	629	861	1139	1555	2054	2773	3783	5188	7102	9674	12768	17184	23420	
10	0,10	1,7	3,9	9,2	16,0	29,4	54,9	87,7	144	246	345	466	666	911	1205	1644	2171	2931	3998	5482	7504	10220	13488	18150	24735	
12	0,12	1,9	4,3	10,1	17,7	32,5	60,6	96,8	159	271	381	514	733	1003	1327	1810	2390	3225	4398	6030	8252	11237	14827	19950	27182	
14	0,14	2,0	4,7	10,5	19,3	35,4	65,9	105	172	295	413	558	796	1088	1439	1963	2591	3496	4767	6534	8941	12173	16061	21606	29435	
16	0,16	2,2	5,1	11,3	20,8	38,1	70,8	113	185	316	444	599	854	1167	1544	2105	2779	3749	5111	7004	9583	13046	17209	23148	31533	
18	0,18	2,4	5,3	12,0	22,2	40,6	75,5	120	197	337	472	637	909	1242	1642	2239	2955	3986	5434	7446	10187	13865	18289	24598	33504	
20	0,20	2,5	5,4	12,7	23,5	43,0	79,9	127	209	356	499	673	960	1313	1735	2366	3122	4211	5740	7865	10758	14641	19311	25970	35370	
22	0,22	2,7	5,7	13,4	24,7	45,3	84,1	134	219	375	525	708	1010	1380	1824	2487	3281	4425	6031	8263	11301	15380	20283	27276	37145	
24	0,24	2,8	6,0	14,1	25,9	47,4	88,1	141	230	392	550	741	1057	1444	1909	2602	3433	4630	6309	8643	11821	16085	21212	28524	38842	
26	0,26	2,9	6,3	14,7	27,1	49,5	92,0	147	240	409	574	773	1102	1506	1990	2713	3579	4826	6576	9008	12319	16762	22104	29721	40470	
28	0,28	2,9	6,5	15,3	28,2	51,6	95,7	153	249	426	596	804	1146	1566	2069	2820	3719	5515	6833	9360	12799	17414	22962	30873	42037	
30	0,30	3,0	6,8	15,9	29,3	53,5	99,3	158	259	441	618	834	1188	1623	2145	2923	3855	5198	7081	9699	13262	18043	23791	31985	43549	

Legenda:

D_i - Diametrul interior al conductei [mm]

D_n - Diametrul nominal al conductei [inch]

□ - regim laminar

□ - regim instabil

□ - regim turbulent prepătratic

$$\dot{V}_S = \frac{T_S}{T_N}\dot{V}_N \quad [m_S^3/h] \quad (6.4.23)$$

b. Dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune. Diametrele conductelor se determină astfel încât la toate aparatele de utilizare (arzătoare) să se asigure debitele nominale la presiunile nominale de utilizare.

Gazele naturale combustibile de presiune medie și redusă sunt compresibile, iar presiunea gazului are o variație parabolică în lungul conductei (fig. 6.4.5 a).

Gazele naturale combustibile de joasă presiune sunt considerate practic incompresibile (densitatea constantă), astfel că presiunea gazului are o variație liniară în lungul conductei (fig. 6.4.5 b). Această aproximație este cu atât mai bună, cu cât raportul $p_1/p_2 \to 1$, respectiv, cu cât raportul $\Delta p/p_m = (p_1 - p_2)/p_m$ este mai mic, unde $p_m = (p_1 + p_2)/2$.

În aceste condiții, rezultă:

$$p_1^2 - p_2^2 = 2\frac{p_1 + p_2}{2}\left(p_1 - p_2\right) = 2p_m\Delta p \quad (6.4.24)$$

și se admite $p_m = p_N$.

Cu aceste precizări, debitul de gaz la starea de referință standard este:

$$\dot{V}_S = \frac{\pi}{4}\cdot\frac{T_S}{T_N}\sqrt{\frac{2T_N}{1,293}}\cdot\sqrt{\frac{\Delta p D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [m_S^3/h] \quad (6.4.25)$$

În relația 6.4.25 se introduc: diametrul interior al conductei D [cm]; lungimea de calcul ($L = l + l_e$) a tronsonului [m]; căderea de presiune Δp [mbar] și se obține:

$$\dot{V}_S = 6,1\sqrt{\frac{\Delta p D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [m_S^3/h] \quad (6.4.26)$$

Pe baza formulei 6.4.26 a fost întocmite tabelele de calcul 6.4.5 a pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune cu țevi din oțel, având coeficientul de rugozitate absolută, k = 0,05 mm și 6.4.5 b pentru dimensionarea conductelor de gaze naturale combustibile de joasă presiune cu țevi din polietilenă.

Valorile lungimilor echivalente l_e ale diferitelor rezistențe locale, pentru dimensionarea instalațiilor de gaze naturale de presiune joasă, calculate cu relația 6.4.17 sunt redate în tabelul 6.4.6.

Pentru instalații uzuale, din clădiri de locuit, lungimea de calcul se poate considera $L = (1,1...1,2)\cdot l$.

Cunoscând căderea de presiune disponibilă Δp_d pentru dimensionarea conductelor, se definește căderea de presiune unitară medie i_m:

$$i_m = \Delta p_d / 1,2\cdot\Sigma l \quad (6.4.27)$$

în care:

Σl - reprezintă lungimea totală a traseului principal al conductelor de alimentare cu gaze a punctului de consum cel mai dezavantajat din întreaga instalație, considerat de la punctul de ieșire a gazelor din regulatorul de presiune [m]; această lungime se majorează cu 20 % pentru a se ține seama de pierderile de sarcină în rezistențele locale ale traseului respectiv.

Pentru determinarea diametrului conductei de gaze de joasă presiune, se intră în tabelul 6.4.5 a sau 6.4.5 b cu valoarea i_m dată de relația 6.4.27 și cu debitul de calcul $\dot{V}_s$ [m_S^3/h] în condiții standard și se determină diametrul D_j și pierderea de sarcină liniară (reală) i_j pe tronsonul de conductă j.

Pierderea totală de sarcină h_{rj} a gazului natural care circulă printr-un tronson de conductă de diametru D_j și având lungimea de calcul l_j este dată de relația:

$$h_{rj} = i_j L_j = i_j(l_j + l_{ej}) \quad [mbar] \quad (6.4.28)$$

Pentru traseul principal de alimentare cu gaze naturale combustibile a punctului de consum cel mai dezavantajat din întreaga instalație rezultă:

$$h_r = \sum_{j=1}^{n} h_{rj} = \sum_{j=1}^{n} i_j L_j \quad [mbar] \quad (6.4.29)$$

și se verifică dacă este îndeplinită condiția:

$$h_r \le \Delta p_d \quad (6.4.30)$$

unde:

Δp_d - este căderea de presiune disponibilă.

Dacă nu se verifică condiția $h_r < \Delta p_d$ atunci diametrele anumitor tronsoane se corectează respectând condiția ca acestea să fie mai mici, cel mult egale cu diametrele tronsoanelor precedente de la regulatorul de presiune spre ultimul punct consumator de gaze din clădire. Ramificațiile din traseul principal se dimensionează la presiunile disponibile din nodurile acestuia.

Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1. Se efectuează calculul de dimensionare și determinarea pierderilor totale de sarcină pentru instalația interioară de distribuție a gazelor cu presiune joasă cu țevi din oțel, dintr-un bloc de locuit cu bucătării, având parter și 4 etaje, cunoscând următoarele date:

- debitul nominal mediu de gaz natural pentru aparatele de utilizare din fiecare bucătărie se consideră $\dot{V}_n = 0,67 m_N^3/h$;
- lungimile fizice ale tronsoanelor rețelei sunt indicate în schema izometrică a instalației (fig. 6.4.6);
- presiunea gazului la ieșirea din regulatorul de presiune este P_1 = = 25 mbar, iar presiunea nominală a oricărui aparat de utilizare instalat în bucătării este P_2 = 20 mbar;
- căderea de presiune în contor este de: ΔP_c = 2,5 mbar.

Rezolvare. Se determină căderea de presiune admisibilă pentru dimensionarea conductelor

$\Delta P_d = P_1 - (P_2 + \Delta P_c)$ = 25 - (20 - 2,5) = = 2,5 mbar

Întrucât punctul de consum cel mai dezavantajat hidraulic din întreaga instalație (amplasat la ultimul nivel pe coloana G4, fig. 6.4.6) are înălțimea de 11,2 m față de cota de montare a regulatorului de presiune, se neglijează aportul forței ascensionale pentru dimensionarea coloanei montate.

Se determină căderea de presiune unitară medie i_m, aplicând relația 6.4.27: i_m = 2,5/(1,2·27) = 0,077, în care $\sum l$ = = 27,0 m este lungimea fizică totală a traseului de alimentare cu gaze a punctului de consum cel mai dezavantajat, care este amplasat la ultimul nivel pe coloana G4.

Se întocmește tabelul 6.4.7 în care sunt ordonate toate calculele de dimensionare și de determinare a pierderilor de sarcină.

Debitul de calcul $\dot{V}$ al fiecărui tronson s-a determinat cu relația 6.4.1 folosind tabelul 6.4.3. În funcție de $\dot{V}$ și i_m din tabelul 6.4.5 a s-au dedus: diametrul D și pierderea de sarcină unitară reală i.

Pentru determinarea lungimilor echivalente l_e s-a utilizat tabelul 6.4.6.

Calculul sumei lungimilor echivalente rezistențelor locale pentru traseul principal (tronsoanele 1-7):

Tronsonul 4.1:

1 robinet cu cep D_n 3/8"	1x0,05=0,05
1 cot D_n 3/8"	1x0,02=0,02
1 teu de trecere D_n 3/8"	1x0,040=0,40
	Total=0,47

Tronsoanele 4.2 și 4.3:

1 teu de trecere D_n 3/8"	1x0,4=0,40
	Total=0,40

Tronsonul 4.4:

1 teu de derivație D_n 3/8"	1x0,4=0,40
	Total=0,40

Tronsoanele 4; 3; 2 și 1:

1 robinet cu cep D_n 1/2"	1x0,06=0,06
1 teu de derivație D_n 1/2"	1x0,60=0,60
	Total=0,66

Tronsonul 5:

1 teu de trecere D_n 3/4"	1x0,83=0,83
	Total=0,83

Tronsonul 7:

5 coturi D_n 1"	5x0,12=0,60
3 robinete cu cep, D_n 1"	3x0,11=0,33
	Total=0,93

Traseele secundare se dimensionează ținând seama de presiunile disponibile din nodurile A și B (fig. 6.4.6) care

sunt respectiv: H_{dispA} =1,201 mbar și H_{dispB} = 2,0674 mbar.

Din schema izometrică (fig 6.4.6) se observă că rezistențele locale pe tronsoanele 3.1-4 sunt aceleași ca pe tronsoanele 4.1-4, iar pe tronsoanele 1.1-4 sunt aceleași ca pe tronsoanele 2.1-4. Pentru tronsonul 6, lungimile echivalente corespunzătoare rezistențelor locale au valorile următoare:

Tronsonul 6:

1 teu de derivație D_n 3/4"	1x0,83=0,83
1 robinet cu cep D_n 3/4"	1x0,08=0,08
3 coturi D_n 3/4"	3x0,08=0,24
	Total=1,15

Se observă că pe traseul principal, suma pierderilor totale de sarcină este: h_r = 2,3464 mbar și deci $h_r < \Delta P$= =2,5 mbar.

Pe traseele secundare, pierderile totale sarcină sunt mai mici decât presiunile disponibile în nodurile A și B; excesul de presiune se consumă prin reglarea robinetelor cu cep montate pe ramificațiile respective.

Exemplul de calcul 2. Se efectuează calculul de dimensionare și al pierderilor totale de sarcină pentru conductele de alimentare cu gaze naturale combustibile a arzătoarelor cazanelor destinate încălzirii apei de consum, montate într-o centrală termică. Căderea de presiune disponibilă pentru dimensionarea conductelor, determinată între punctul A (fig. 6.4.7) și oricare punct de racord al arzătoarelor este ΔP_d=2,4 mbar.

Pe schema izometrică de calcul din figura 6.4.7 sunt notate debitele nominale de gaze, în condiții normale, ale arzătoarelor și lungimile fizice ale tronsoanelor de conducte. Instalația se execută din țevi de oțel.

Rezolvare. Se determină căderea de presiune unitară medie pentru traseul 1-A, aplicând relația 6.4.27; rezultă: i_m = 2,4/(1,2·19,1) = 0,104 mbar/m, în care Σl = 19,1 m este lungimea fizică totală a traseului 1-A. Cunoscând debitele de calcul ale fiecărui tronson și i_m din tabelul 6.4.5 a, se deduce diametrul D și pierderea de sarcină unitară reală i. Se calculează suma lungimilor echivalente rezistențelor locale și lungimea totală L, pentru fiecare tronson. În continuare, se determină pierderea de sarcină h_r pe fiecare tronson cu relația 6.4.28 și Σh_r pentru traseul 1-A, rezultatele calculelor fiind redate în tabelul 6.4.8 din care se observă că ΔP_{ef} = 2,151 mbar și deci $\Delta P_{ef} < \Delta P_d$.

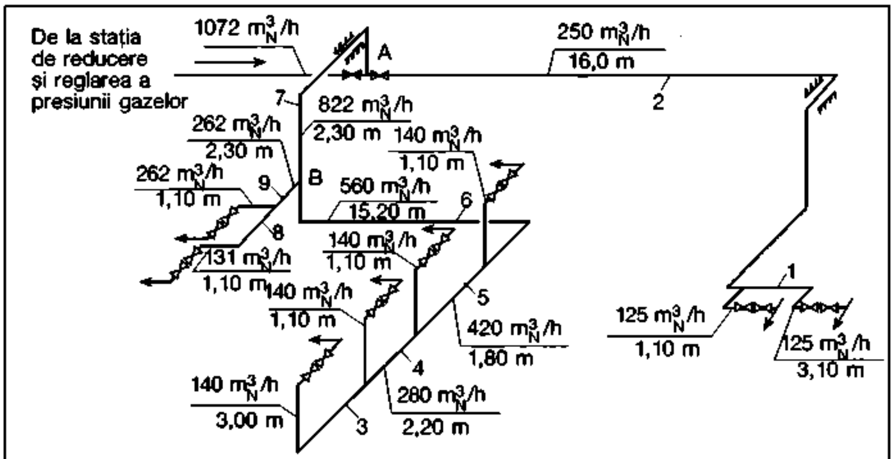


Fig. 6.4.7. Schema izometrică pentru dimensionarea instalației de gaze naturale de la o centrală termică (exemplul de calcul 2).

Tabelul 6.4.8. Calculul de dimensionare și determinarea pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze de joasă presiune la o centrală termică (exemplul de calcul 2)

Nr. tronsonului	$\dot{V}_c$ [m^3_N/h]	Lungimea l [m]	l_e [m]	$L = l + l_e$ [m]	d [in]	i [mbar/m]	$h_r = i \times L$ [mbar]	$h_r = \Sigma i \times L$ [mbar]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Traseul 1-A		H_{dispA} = 2,4 mbar					
1	125	3,1	8,9	12,0	4	0,02	0,240	0,240
2	250	16,0	11,3	27,3	4	0,08	2,184	2,424
	Traseul 3-A		H_{dispA} = 2,4 mbar					
3	140	3,0	8,9	11,90	4	0,025	0,297	0,297
4	280	2,2	6,6	8,80	5	0,028	0,246	0,543
5	420	1,8	6,6	8,40	5	0,06	0,504	1,047
6	560	15,2	20,0	35,20	8	0,01	0,704	1,751
7	822	2,3	20,0	22,30	8	0,02	0,446	2,197
	Traseul 8-B		H_{dispB} = 1,6 mbar					
8	131	1,1	8,9	11,0	4	0,02	0,220	0,220
9	262	2,3	5,0	7,30	4	0,08	0,584	0,804

În mod analog se calculează conductele traseului 3-A și ramificațiile 8-B (tabel 6.4.8).

Calculul sumei lungimilor echivalente rezistențelor locale pentru tronsoanele rețelei de conducte (fig 6.4.7) se efectuează folosind tabelul 6.4.6:

Tronsonul 1:	
2 vane D_n 4"	2×0,5=1,0
2 coturi D_n 4"	2×1,45=2,9
1 teu de derivație D_n 4"	1x5,0=5,0
	Total=8,9
Tronson 2:	
1 vană D_n 4"	1×0,50=0,5
4 coturi D_n 4"	4×1,45=5,8
1 teu de derivație D_n 4"	1x5,0=5,0
	Total=11,3
Tronsonul 3:	
2 vane D_n 4"	2×0,5=1,0
2 coturi D_n 4"	2×1,45=2,9
1 teu de derivație D_n 4"	1x5,0=5,0
	Total=8,9
Tronsonul 4 și 5:	
1 teu D_n 5"	1x6,6=6,6
	Total=6,6
Tronsonul 6 și 7:	
2 coturi D_n 8"	2×4,0=8,0
1 teu de derivație D_n 8"	1x12,0=12,0
	Total=20,0
Tronsonul 8:	
2 vane D_n 4"	2×0,5=1,0
2 coturi D_n 4"	2×1,45=2,9
1 teu de derivație D_n 4"	1x5,0=5,0
	Total=8,9
Tronsonul 9:	
1 teu de derivație D_n 4"	1x5,0=5,0
	Total=5,0

6.5. Branșamente și racorduri ale instalațiilor interioare la rețelele exterioare de gaze naturale combustibile

Alimentarea consumatorilor de gaze combustibile naturale din rețeaua exterioară de distribuție se realizează prin conducte de branșament.

Branșamentul reprezintă conducta de legătură, prin care circulă gaze naturale nemăsurate, de la sistemul de distribuție, până la ieșirea din robinetul de branșament, stația sau postul de reglare.

Pot fi alimentate cu gaze naturale numai imobilele situate pe străzi care au conductă de distribuție în dreptul proprietății (fig. 6.5.1).

Imobilele situate la intersecția străzilor pot fi alimentate cu gaze naturale din conducta situată pe oricare din străzile respective.

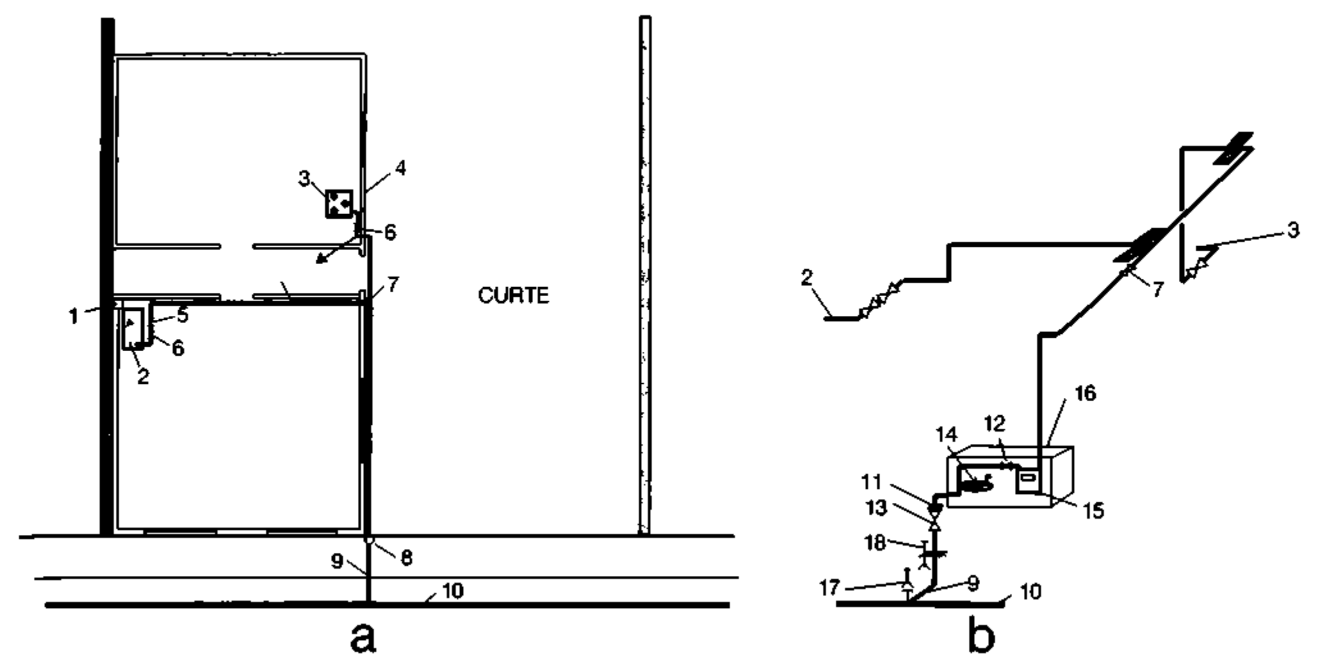


Fig. 6.5.1. Alimentarea cu gaze naturale a unei clădiri de locuit, de la o conductă de distribuție situată în dreptul proprietății:
a - plan; b - schemă;
1 – coș de fum; 2 – sobă; 3 – mașină de gătit; 4 – grilă de ventilare; 5 – robinet de manevră; 6 – robinet de siguranță; 7 - robinet de incendiu; 8 – post de reglare-măsurare; 9 – branșament; 10 – conductă de gaze naturale; 11 – piesă electroizolantă; 12 – robinet de contor; 13 – robinet de branșament; 14 – regulator de presiune; 15 – contor volumetric; 16 – firida postului de reglare-măsurare; 17 – răsuflatoare de carosabil; 18 – răsuflătoare de perete.

În situația străzilor sau drumurilor cu lățime mai mare de 12 m, poziția de amplasare a rețelelor de alimentare cu gaze se stabilește împreună cu unitatea de distribuție a gazelor naturale.

Fiecare clădire civilă sau grup de clădiri situate pe aceeași proprietate (incintă) poate fi alimentat printr-un singur branșament, indiferent de numărul străzilor cu care se mărginește (fig. 6.5.2).

Alimentarea consumatorilor cu gaze naturale combustibile se face prin:
- branșament separat pentru fiecare imobil;
- branșament comun pentru cel mult două imobile vecine, cu acordul furnizorului de gaze naturale, în următoarele cazuri:
  - imobilele sunt situate pe aceeași stradă și au curțile alăturate (fig. 6.5.3 a și b);
  - imobilele nu sunt situate pe aceeași stradă dar fac parte dintr-un singur corp de clădire, au curte comună și intrare comună pe strada care are conductă de distribuție (fig. 6.5.3 c). În acest caz, instalația exterioară de utilizare se execută numai aparent, cu posibilități de acces rapid la robinetele de incendiu.
  - sunt îndeplinite următoarele condiții tehnice (fig. 6.5.3 d și e):
    - branșamentul comun poate asigura debitul total și presiunea gazelor;
    - regulatorul de presiune este corespunzător pentru debitul total ;
    - instalația exterioară de utilizare se poate executa aparent, cu posibilități de acces rapid la robinetele de incendiu.

În instalațiile de utilizare, fiecare clădire civilă sau hală industrială se alimentează cu gaze naturale din instalația exterioară:
- printr-un singur racord;
- prin două racorduri, numai în cazul halelor industriale mari cu puncte de consum concentrate la capete, dar fără interconectarea instalațiilor interioare (fig. 6.5.4).

Consumatorii industriali, blocurile de locuințe cu mai multe scări și obiectivele social-culturale pot fi alimentate prin mai multe branșamente cu condiția ca instalațiile interioare să nu se interconecteze. Soluția de alimentare

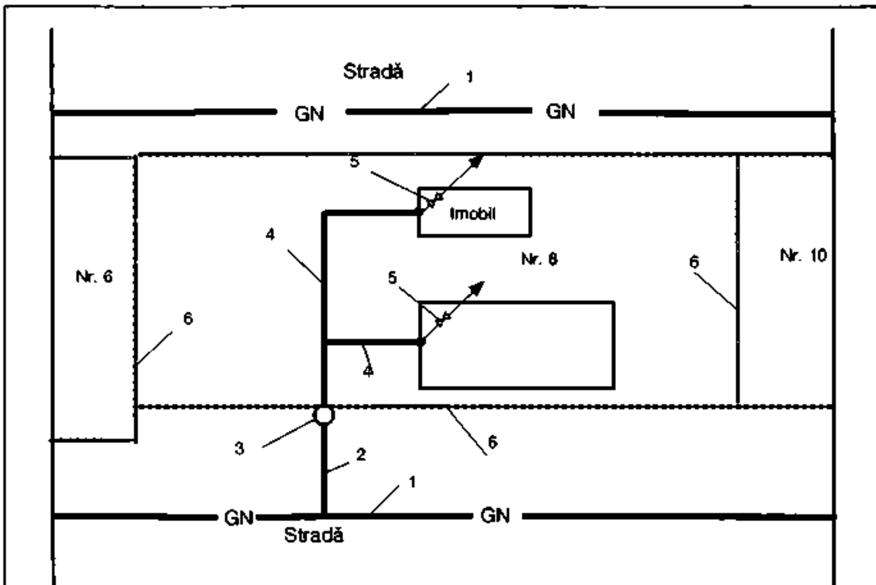


Fig. 6.5.2. Alimentarea cu gaze naturale a două clădiri din aceeași incintă delimitată de două străzi:
1 - rețea de distribuție; 2 - branșament; 3 - post de reglare la cap de branșament; 4 - instalație de gaze; 5 - robinet de incendiu; 6 - împrejmuire la limita de proprietate.

prin mai multe branșamente se stabilește de proiectant, cu acordul unității de distribuție, în funcție de situația locală.

În localitățile și ansamblurile urbane în care rețeaua de distribuție nu urmărește rețeaua stradală, alimentarea imobilelor se face prin branșamente la conducta cea mai apropiată cu respectarea condițiilor de mai sus.

Traseul conductei de branșament sau racord se realizează:

- perpendicular pe conducta la care se leagă, cu excepția unor cazuri obligate, la care unghiul nu va fi mai mic de 60°;
- cu pantă către conducta la care se racordează.

Nu se admite branșament pe traseu în lungul străzii.

Conducta de branșament se pozează până la limita de proprietate a consumatorului. În cazul prezenței unei împrejmuiri, dacă este posibil, conducta subtraversează împrejmuirea, iar răsuflătoarea se montează în trotuarul public.

Capătul conductei de branșament sau a racordului se amplasează în spații ușor accesibile și ventilate.

Este interzisă intrarea conductei din firida de branșament sau de racord direct în interiorul construcției.

La capătul conductei de branșament din rețeaua de presiune joasă se montează: un robinet de trecere în poziție orizontală; o piesă electroizolantă, după robinetul de trecere; un dispozitiv (teu) de colectare a impurităților, după piesa electroizolantă.

La capătul conductei de branșament din rețeaua de presiune redusă se montează: două robinete de trecere în poziție orizontală; o piesă electroizolantă, între robinetele de trecere; un teu (picioruș) de colectare a impurităților, după robinetele de trecere; regulator de presiune; după caz, se pot monta până la patru regulatoare legate în paralel.

La branșamentele ramificate se montează și câte un robinet pe fiecare ramificație, înainte de intrarea în clădire.

La capătul conductei de racord se montează la exterior, în loc ușor accesibil, un robinet de incendiu marcat conform STAS 297. În cazul în care distanța între robinetul de la ieșirea din postul sau stația de reglare și poziția pentru robinetul de incendiu este sub 5 m, se poate renunța la robinetul de ieșire. Robinetele de incendiu plasate la înălțimea de peste 2 m se prevăd cu scară metalică fixă de acces și platformă de manevrare.

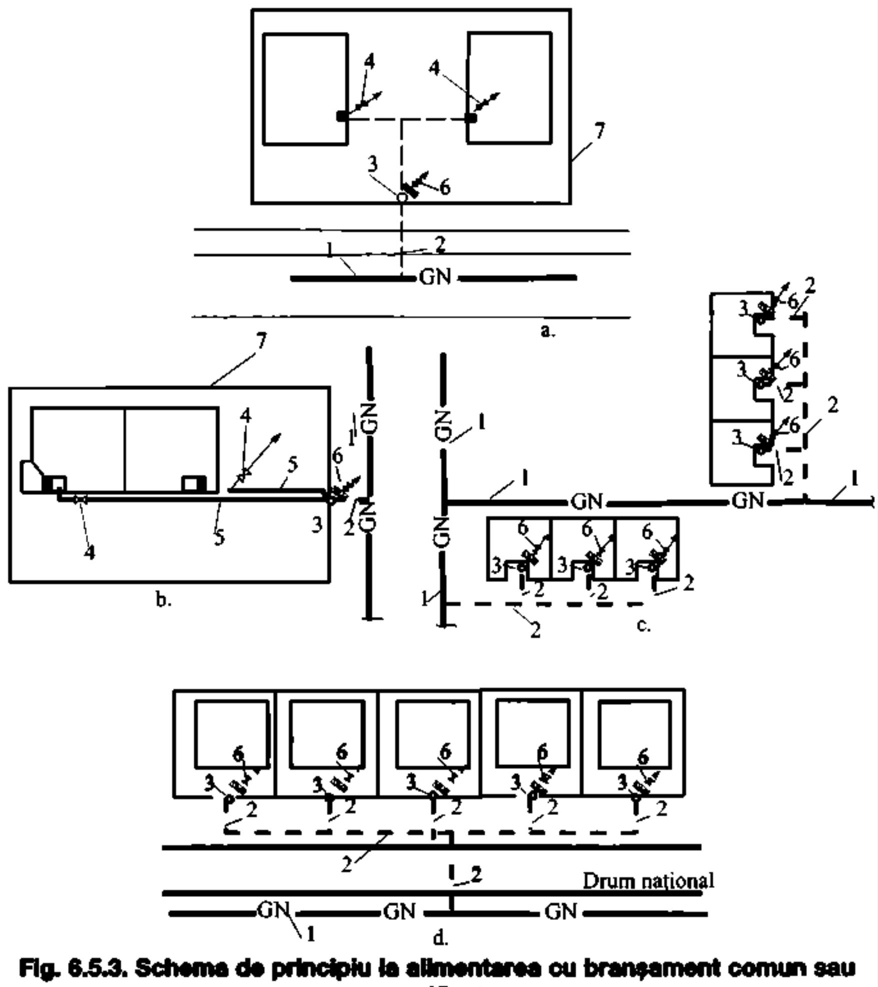


Fig. 6.5.3. Schema de principiu la alimentarea cu branșament comun sau ramificat:

a - imobile situate pe aceeași stradă, racordate la conducta de distribuție din strada pe care se află imobilele, cu regulator de presiune comun; b - idem, cu regulatoare de presiune separate; c - imobile care nu sunt situate pe aceeași stradă, dar care fac parte dintr-un singur corp de clădire; d - branșament ramificat la blocuri de locuințe cu mai multe scări; e - branșament ramificat pentru alimentarea mai multor imobile, cu o singură traversare a unui drum național;

1 - rețea de distribuție; 2 - branșament; 3 - post de reglare la cap de branșament; 4 - robinet de incendiu; 5 - instalație exterioară; 6 - robinet de branșament; 7 - limita de proprietate.

6.6. Stații și posturi de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile

Ansamblul de aparate, armături și accesorii, amplasat într-o construcție separată, prin care se face reducerea și reglarea presiunii și eventual măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile, se numește stație de reglare-măsurare.

Stațiile de reglare pot fi alcătuite pentru a funcționa fie cu o singură treaptă de reglare a presiunii, fie cu 2

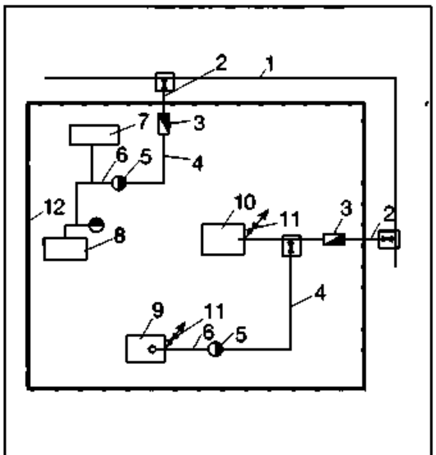


Fig. 6.5.4. Schema de principiu pentru alimentarea cu gaze naturale a halelor industriale, cu consumuri concentrate la capete:

1 - rețea de repartiție; 2 - branșament, presiune medie; 3 - stație de reglare-măsurare de la presiune medie la presiune redusă; 4 - instalație exterioară de presiune redusă; 5 - post de reglare de la presiune redusă la presiune joasă; 6 - instalație exterioară de presiune joasă; 7, 8, 9 - hale cu instalații de gaze de presiune joasă; 10 - hală cu instalație de gaze de presiune redusă; 11 - robinet de incendiu; 12 - împrejmuire.

sau mai multe trepte de reglare a presiunii și măsurare a debitului de gaze.

Trecerea gazelor naturale combustibile de la o treaptă de presiune superioară la una inferioară se realizează prin intermediul reductoarelor de presiune, numite și regulatoare de presiune deoarece presiunea gazelor la ieșirea din aparat este redusă și reglată.

Stațiile de reducere-reglare a presiunii și măsurare a debitului pot fi:

- de sector, în care gazele trec din rețeaua de repartiție în rețeaua de distribuție;
- la consumator, în care gazele trec din sistemul de distribuție în instalațiile de utilizare a consumatorilor.

6.6.1. Stații cu o singură treaptă de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitului de gaze naturale combustibile

Regulatorul pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor se montează pe o conductă între două robinete, racordată la un distribuitor și un colector; acest ansamblu poartă denumirea de panou de reglare (fig. 6.6.1). Presiunea p_1 a gazului la intrarea în panoul de reglare și în regulator se citește la manometrul montat pe distribuitor, iar presiunea reglată p_2 după trecerea gazelor prin regulator se citește la manometrul montat pe colector.

Înainte de prezentarea stațiilor de reglare și măsurare a debitului de gaze naturale, trebuie făcută precizarea că în prezent se realizează echipamente cu un gabarit redus și cu funcțiuni multiple, ceea ce conduce la scheme compacte ale stațiilor și mult simplificate.

Existând în prezent o multitudine de echipamente pentru stațiile de reglare-măsurare, schemele acestor stații sunt foarte diferite, astfel că acestea nu vor fi prezentate. În continuare se vor prezenta schemele de principiu ale stațiilor de reglare-măsurare a debitului de gaze naturale.

Stațiile de reglare cu o singură treaptă (fig. 6.6.2) pot fi echipate cu un singur panou de reglare, respectiv cu un singur regulator de presiune, dacă debitele de gaze nu prezintă variații mari în timp, sau cu două panouri de reglare în cazul debitelor variabile și anume: un panou de reglare pentru debite minime și medii de gaze consumate în perioada de vară și un panou pentru debite mari de gaze consumate în perioada de iarnă. Cele 2 panouri de reglare montate la același distribuitor, respectiv colector, și separate între ele printr-o conductă de ocolire pe care se montează un robinet cu ventil de laminare, cu acționare manuală, formează o treaptă de reglare.

Stația de reglare-măsurare cu o singură treaptă (fig. 6.6.2) este cuplată cu o instalație de filtrare a gazelor pentru a se evita blocarea regulatorului de către impurități. După filtrare, gazele intră

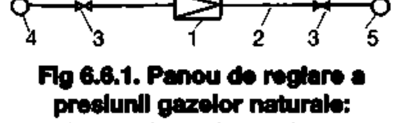


Fig 6.6.1. Panou de reglare a presiunii gazelor naturale:
1 - regulator de presiune;
2 - conductă; 3 - robinete;
4 - distribuitor; 5 - colector;
6 și 7 - manometre.

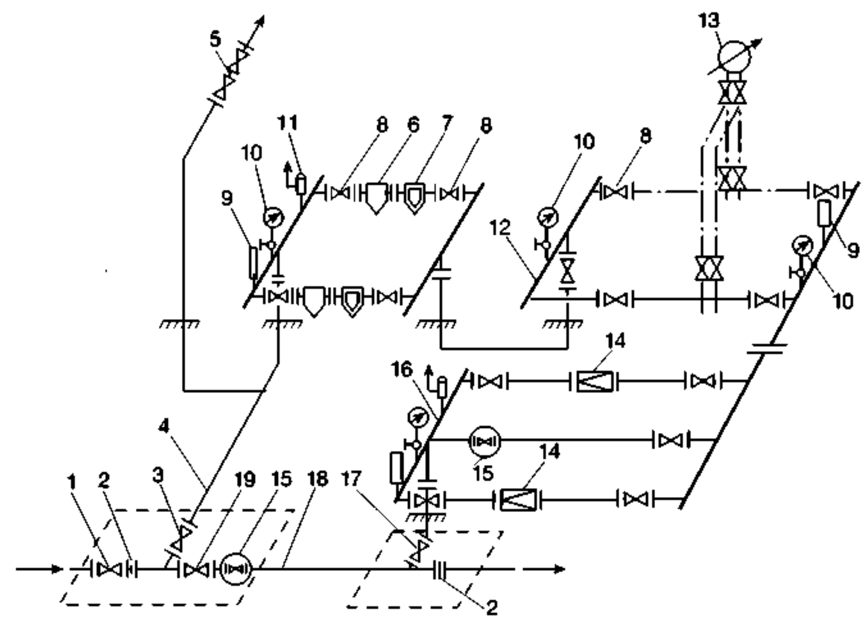


Fig 6.6.2. Schema de principiu a stației de reglare-măsurare cu manometru diferențial înregistrator, cu o singură treaptă de reglare:
1 - robinet de izolare; 2 - îmbinare electroizolantă; 3 - robinet la intrarea în stație; 4 - conductă de intrare în stație; 5 - refulator; 6 - filtru grosier (treapta I); 7 - filtru fin (treapta a II-a); 8 - robinet; 9 - termometru; 10 - manometru; 11 - supapă de siguranță; 12 - distribuitor; 13 - manometru diferențial înregistrator; 14 - reductor (regulator) de presiune; 15 - robinet de laminare; 16 - colector; 17 - robinet la ieșirea din stație; 18 - conductă de ocolire a stației de reglare-măsurare; 19 - robinet montat pe conducta de ocolire a stației.

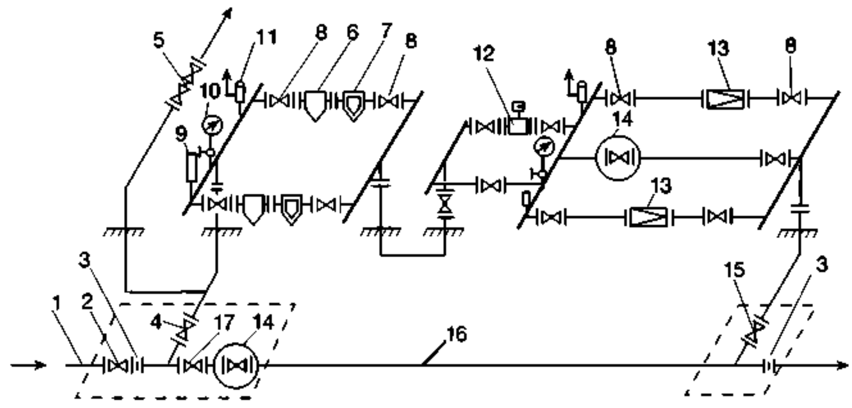


Fig. 6.6.3. Schema de principiu a stației de reglare-măsurare cu contor cu turbină sau cu pistoane rotative, cu o singură treaptă de reglare (contorul se poate monta și după treapta de reglare):
1 - conductă exterioară; 2 - robinet de izolare; 3- îmbinare electroizolantă; 4 - robinet la intrarea în stație; 5 - refulator; 6 - filtru grosier (treapta I); 7 - filtru fin (treapta a II-a); 8 - robinet; 9 - termometru; 10 - manometru; 11 - supapă de siguranță; 12 - contor; 13 - regulator de presiune; 14 - robinet de laminare; 15 - robinet la ieșirea din stație; 16 - conductă de ocolire a stației; 17 - robinet montat pe conducta de ocolire a stației.

în panoul de măsurare a debitului și în continuare, în treapta de reducere și reglare a presiunii.

Pentru încălzirea gazelor naturale în perioada de iarnă, pentru debite mari de gaze se prevede în unele cazuri un schimbător de căldură, montat înaintea regulatorului.

În cazul depășirii presiunii de regim a gazelor naturale la intrarea în stația de reglare-măsurare, gazele în exces sunt evacuate printr-un refulator (fig. 6.6.2).

În perioadele de efectuare a reparațiilor curente sau a reviziilor tehnice periodice, gazele naturale trec printr-o conductă de ocolire a stației de reglare-măsurare, prevăzută cu un robinet de laminare cu acționare manuală și cu robinet de închidere.

În fig. 6.6.3 se prezintă schema de principiu a stației de reglare-măsurare cu contor, cu turbină sau cu pistoane rotative, cu o singură treaptă de reglare. În această stație, contorul se poate monta și după treapta de reglare.

6.6.2. Stații cu două sau mai multe trepte de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile

În instalațiile de utilizare a gazelor naturale sunt necesare diferite trepte de presiuni în funcție de caracteristicile agregatelor, arzătoarelor și aparatelor de utilizare folosite. În asemenea cazuri se prevăd stații cu două sau mai multe trepte de reducere și reglare a presiunii gazelor, treptele de reglare putând fi montate în serie (fig. 6.6.4) cu măsurarea între trepte, sau în paralel (fig. 6.6.5), cu măsurarea după reglarea presiunii.

6.6.3. Posturi pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitelor de gaze naturale combustibile

Postul de reglare-măsurare cuprinde ansamblul de aparate, armături și accesorii, amplasat într-o firidă sau cabină sau direct pe agregate tehnologice, prin care se face reducerea și reglarea presiunii, precum și măsurarea debitelor de gaze naturale.

În fig. 6.6.6 se prezintă diferite variante de echipare a posturilor de reglare-măsurare.

Pentru presiunea maximă de intrare a gazelor între 2 și 6 bar, posturile de reglare-măsurare se echipează cu regulator cu acționare indirectă și cu debitmetru pentru măsurarea debitului înainte de reducerea și reglarea presiunii (fig. 6.6.6 a).

În instalațiile industriale se utilizează posturi cu două trepte de reducere și reglare a presiunii (fig. 6.6.6 b) și anume: în prima treaptă se folosesc regulatoare de presiune cu acționare indirectă, iar în treapta a doua regulatoarele de presiune cu acționare directă (pentru debit mic).

Pentru debite mari de gaze naturale, se realizează posturi pentru reducerea și reglarea presiunii, cu cel mult 4 regulatoare cu acționare directă, montate pe linie verticală (fig. 6.6.6 c) sau orizontală (fig. 6.6.6 d).

Pentru debite mici, postul pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor naturale combustibile cuprinde un sin-

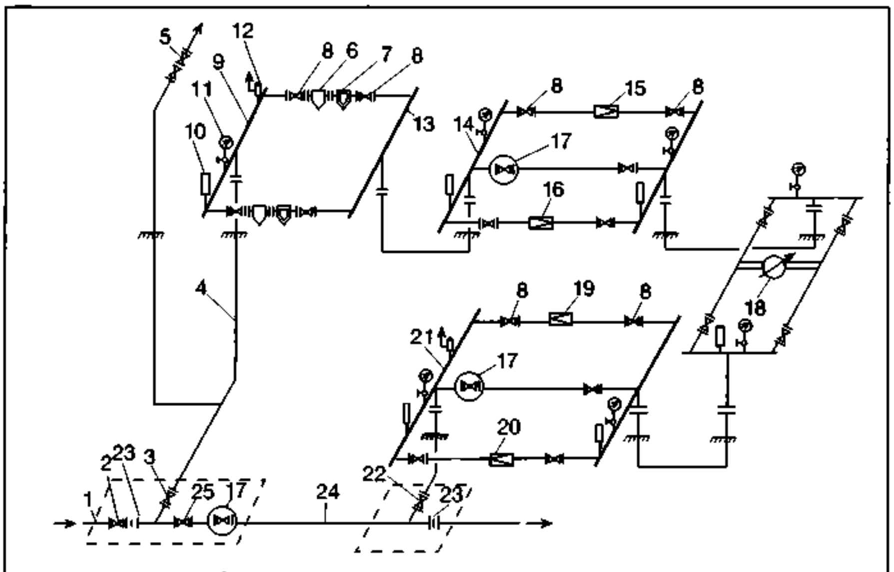


Fig. 6.6.4. Schema de principiu a stației de reglare-măsurare cu manometru diferențial înregistrator, cu două trepte montate în serie, cu măsurarea între trepte:
1 - conductă exterioară; 2 - robinet de izolare; 3 - robinet la intrarea în stație; 4 - conducta de intrare în stație; 5 - refulator; 6 - filtru grosier (treapta I); 7 - filtru fin (treapta a II-a); 8 - robinet; 9 - distribuitor; 10 - termometru; 11 - manometru; 12 - supapă de siguranță; 13 - colector; 14 - distribuitorul treptei de reglare; 15 - regulator de presiune pentru debite mici și medii (vara) montat în treapta I; 16 - regulator de presiune pentru debite maxime (iarna) montat în treapta I; 17 - robinet de laminare; 18 - manometru diferențial înregistrator; 19 - regulator de presiune pentru debite mici și medii (vara) montat în treapta a II-a; 20 - regulator de presiune pentru debite maxime (iarna) montat în treapta a II-a; 21 - colector; 22 - robinet la ieșirea din stație; 23 - îmbinare electroizolantă; 24 - conductă de ocolire a stației de reglare-măsurare; 25 - robinet montat pe conducta de ocolire a stației de reglare-măsurare.

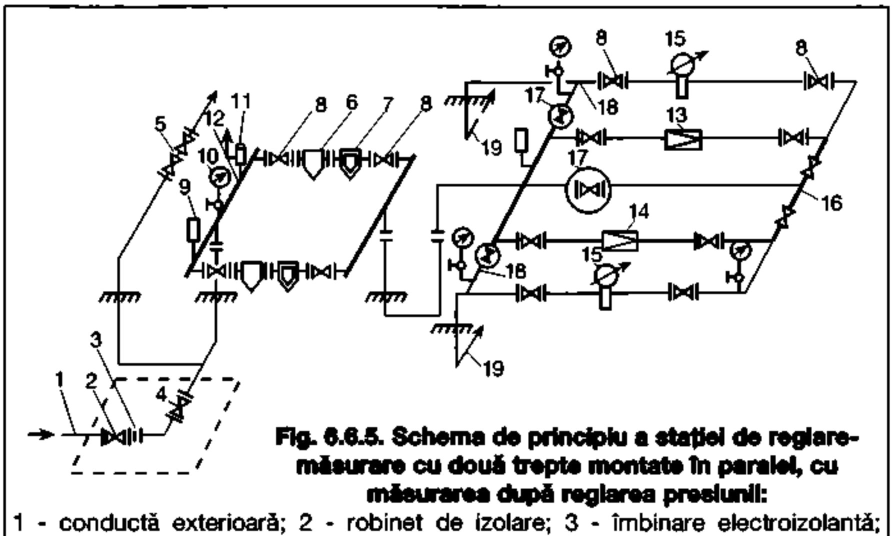


Fig. 6.6.5. Schema de principiu a stației de reglare-măsurare cu două trepte montate în paralel, cu măsurarea după reglarea presiunii:
1 - conductă exterioară; 2 - robinet de izolare; 3 - îmbinare electroizolantă; 4 - robinet la intrarea în stație; 5 - refulator; 6 - filtru grosier (treapta I); 7 - filtru fin (treapta a II-a); 8 - robinet; 9 - termometru; 10 - manometru; 11 - supapă de siguranță; 12 - distribuitor; 13 - regulator de presiune (treapta I); 14 - regulator de presiune (treapta a II-a); 15 - manometru diferențial înregistrator; 16 - colector; 17 - robinet de laminare; 18 - conductă de ocolire a stației; 19 - conductă de ieșire a gazelor din stația de reglare-măsurare.

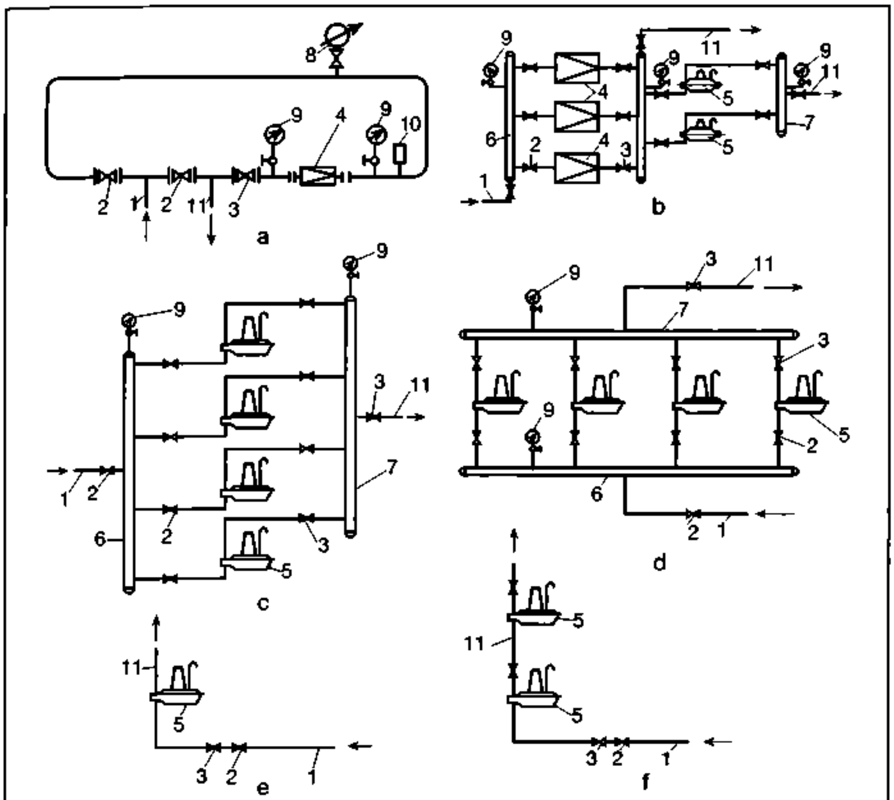


Fig. 6.6.6. Schemele de principiu ale posturilor pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitelor de gaze naturale:
a - cu o treaptă de reglare și cu măsurarea debitului înainte de reducerea și reglarea presiunii; b - cu două trepte de reglare: treapta I, cu regulatoare cu acționare indirectă; treapta a II-a, cu regulatoare cu acționare directă; c - cu regulatoare de acționare directă montate pe linie verticală; d - cu regulatoare cu acționare directă; e - cu un singur regulator cu acționare directă; f - cu două regulatoare cu acționare directă (tip II), montate în serie;
1 - conducta de intrare a gazelor; 2 și 3 - robinete; 4 - regulator de presiune, de la presiune medie la presiune redusă; 5 - regulator de presiune, de la presiune redusă la presiune joasă; 6 - distribuitor; 7 - colector; 8 - debitmetru; 9 - manometru; 10 - termometru; 11 - conductă de ieșire a gazelor.

gur regulator de presiune, cu acționare directă (fig. 6.6.6 e). În cazul în care presiunea maximă de intrare a gazelor variază între 0,2 și 2,0 bar, se pot monta în serie două regulatoare cu acționare directă (fig. 6.6.6 f).

Amplasarea regulatoarelor pe utilaje se face în următoarele condiții:

- încăperile în care se montează să fie bine ventilate;
- regulatoarele să fie de construcție etanșă;
- evacuarea eventualelor scăpări de la dispozitivul de siguranță să se facă direct în exterior deasupra acoperișului clădirii, astfel încât să se evite pătrunderea gazelor în interiorul acesteia.

Posturile de reglare, de regulă, nu se prevăd cu ocolitor. Pentru clădiri cu importanță deosebită, unitatea distribuitoare poate aproba ocolitor interior la posturi de reglare, numai în cazuri bine justificate. Pe fiecare ocolitor se montează câte două robinete de trecere și o priză pentru manometru. Robinetele de trecere de pe ocolitoare se sigilează de către unitatea de distribuție, în poziția închis.

6.6.4 Construcții pentru stații și posturi de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze naturale combustibile

Construcțiile pentru stațiile de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitelor de gaze pot fi independente sau alipite altor construcții și se amplasează suprateran, cât mai aproape de limita de proprietate a consumatorului, la distanțele de siguranță pentru prevenirea și stingerea incendiilor asigurându-se accesul direct și permanent al personalului unității distribuitoare.

Posturile de reducere și reglare a presiunii pentru presiunea maximă de intrare a gazelor de 0,2...2 bar se pot monta în cabine sau firide, în locuri ușor accesibile, alipite unui perete exterior al clădirii dotată cu instalație de gaze sau unui gard stabil realizat din cărămidă sau beton.

Posturile de reglare pentru presiunea maximă de intrare a gazelor între 2,0 și 6,0 bar se pot monta și în cabine aerisite, alipite clădirilor alimentate, în locuri ușor accesibile, în cazul în care clădirile respective nu au goluri (uși, ferestre etc.) pe o înălțime de cel puțin 8,0 m și pe o distanță care să depășească cabina cu câte 5,0 m în ambele sensuri.

Posturile de reglare nu se amplasează pe căile de evacuare în clădiri cu aglomerări de persoane, sub ferestrele clădirilor și în locuri neventilate.

În caz excepțional, în care nu sunt condiții tehnice și pentru postul de reglare există spațiu de amplasare numai sub fereastră, se vor realiza următoarele măsuri:

- țeava de evacuare a regulatoarelor de presiune se prelungește, astfel încât să se evite pătrunderea gazelor în interiorul clădirii ;
- axul de manevră al robinetelor postului de reglare se etanșează perfect.

Construcțiile pentru stațiile și posturile de reducere și reglare a presiunii și măsurare a debitului de gaze se realizează din materiale incombustibile, fără pod și cu uși metalice care se deschid spre exterior. Pardoseala stațiilor se execută din beton și se acoperă cu un strat izolator pentru a nu produce scântei la lovire.

Pentru a evita pericolul de incendiu, stațiile de reglare sunt iluminate natural, prin ferestre; în cazuri speciale se admite iluminatul artificial din exterior.

Instalațiile care se montează în stațiile de reglare se vor proteja împotriva descărcărilor electrice (conform Normativului I 20).

6.7. Rețele exterioare de gaze naturale combustibile

6.7.1. Soluții constructive și scheme pentru rețelele exterioare de gaze naturale combustibile

Rețelele exterioare sunt o parte componentă a sistemului de distribuție a gazelor naturale (fig. 6.7.1) care este constituit din ansamblul de conducte,

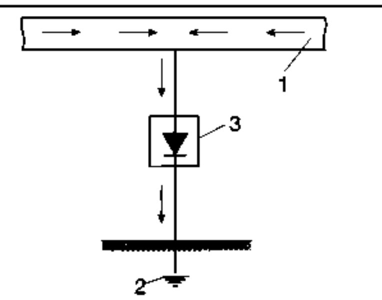


Fig. 6.7.4. Protecție catodică - clasică:
1 - conductă protejată (catod);
2 - priza de pământ (anod);
3 - redresor.

aparate, armături și accesorii ce preia gazele de la stațiile de predare și le transportă până la robinetele de branșament ale consumatorilor racordați la

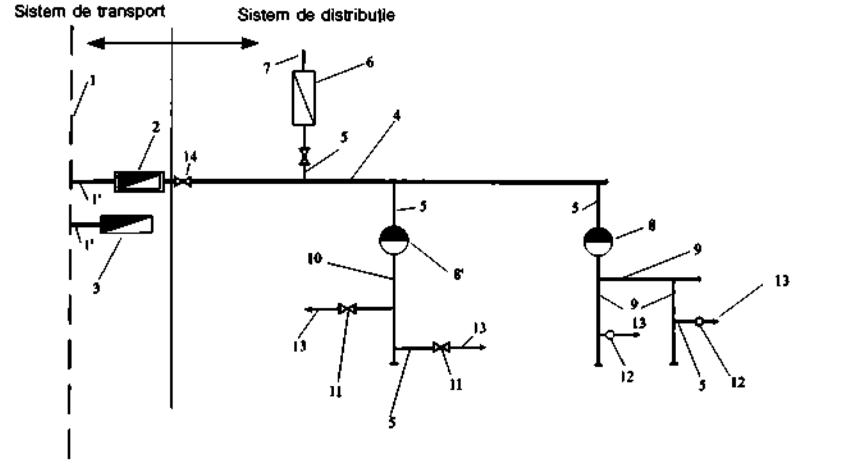


Fig 6.7.1. Schema de principiu a unui sistem de alimentare cu gaze naturale combustibile:
1 - conductă de transport (conductă magistrală); 2 - stație de predare la consumator industrial important; 3 - stație de predare pentru alimentarea cu gaze a localității; 4 - instalații industriale de utilizare a gazelor naturale combustibile; 5 - rețea de repartiție (presiune medie); 6 - stație de reglare la consumatori industriali; 7 - instalație de utilizare industrială a gazelor naturale; 8 - stație de reglare de sector (reducerea presiunii gazelor de la presiune medie la presiune redusă); 9 - stație de reglare de sector (reducerea presiunii gazelor de la presiune medie la presiune joasă); 10 - rețea de distribuție (presiune redusă); 11 - branșamente; 12 - post de reglare a presiunii; 13 - instalație de utilizare (presiune joasă); 14 - rețea de distribuție; 15 - branșament; 16 - robinet de branșament.

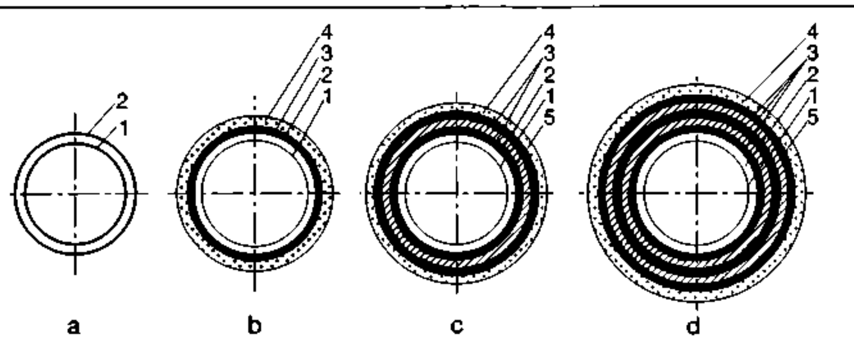


Fig. 6.7.2. Tipuri de izolație anticorosivă:
a - ușoară; b - normală; c - întărită; d - foarte întărită;
1 - conductă de gaze; 2 - grund; 3 - strat de izolație din bitum; 4 - înfășurare exterioară de protecție; 5 - înfășurare de armare (inserție).

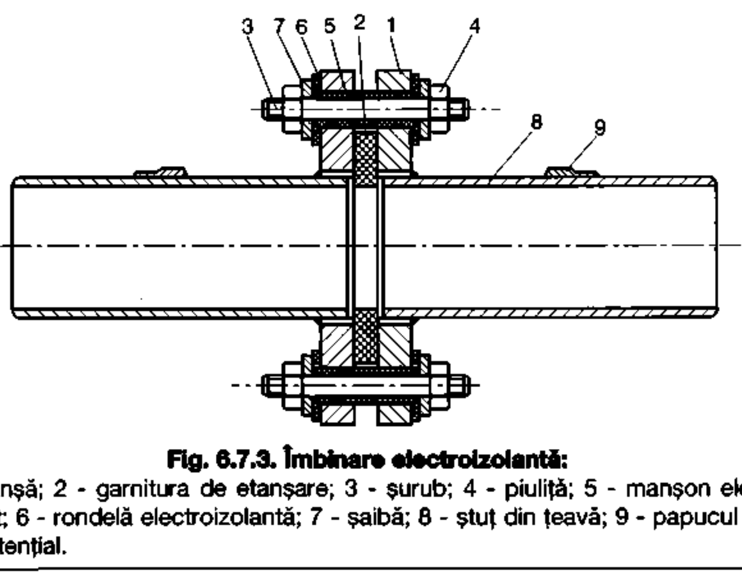


Fig. 6.7.3. Îmbinare electroizolantă:
1 - flanșă; 2 - garnitura de etanșare; 3 - șurub; 4 - piuliță; 5 - manșon electroizolant; 6 - rondelă electroizolantă; 7 - șaibă; 8 - ștuț din țeavă; 9 - papucul prizei de potențial.

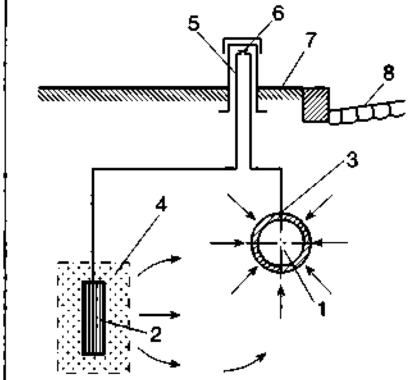


Fig. 6.7.5. Protecție anticorosivă prin anozi solubili:
1 - conductă de gaze; 2 - anod;
3 - legătură la conductă; 4 - regulator de coroziune; 5 - bornă anod;
6 - punct de conexiune; 7 - trotuar;
8 - parte carosabilă.

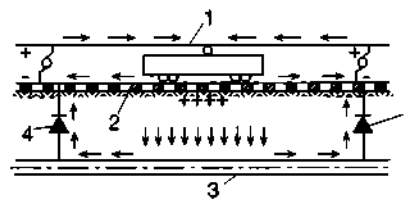


Fig. 6.7.6. Protecție anticorosivă prin drenaj de curent:
1 - linie electrică aeriană; 2 - cale ferată electrică; 3 - conducta de gaze (electronegativă pe toată lungimea, în raport cu solul); 4 - post de drenaj polarizat.

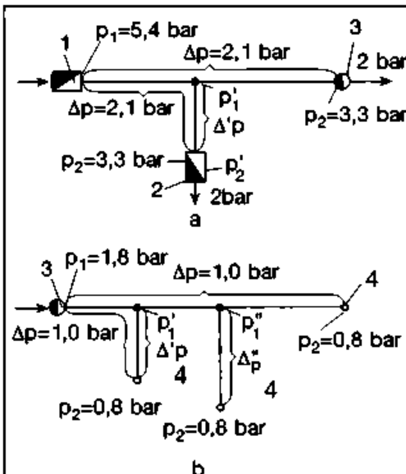


Fig 6.7.7. Căderi de presiune în rețele de gaze combustibile naturale:
a - rețele de presiune medie;
b - rețele de presiune redusă;
1 - stație de predare; 2 - stație de reglare la consumator important; 3 - stație de reglare de sector; 4 - post de reglare.

rețeaua de presiune joasă, respectiv până la ieșirea din stațiile (posturile) de reglare a presiunii gazelor montate la capetele branșamentelor.

Rețelele exterioare de distribuție a gazelor naturale sunt alcătuite din următoarele tipuri de rețele (fig. 6.7.1):

- rețeaua de repartiție, care preia gazele de la treapta de presiune medie (2...6 bar) de la stațiile de predare și le transportă în interiorul zonelor locuite sau ale platformelor industriale, până la stațiile de reducere și reglare a presiuni gazelor;
- rețeaua de distribuție, care preia gazele de la treapta de presiune redusă (0,2 ...2 bar) de la stațiile de reglare de sector și le transportă până la branșamentele consumatorilor din clădirile de locuit, social-culturale sau industriale;

Rețelele exterioare de distribuție a gazelor naturale pot fi ramificate sau inelare, în al doilea caz putând fi alimentate prin 2 sau mai multe puncte, pentru a fi posibilă localizarea și înlăturarea eventualelor defecte (accidentale) în exploatare, fără întreruperea funcționării rețelei.

6.7.2. Protecția anticorosivă a conductelor exterioare de gaze naturale combustibile

6.7.2.1 Cauzele care provoacă coroziunea conductelor metalice pentru transportul și distribuția gazelor naturale combustibile

Coroziunea este un fenomen de distrugere a metalelor datorită unor procese chimice, electrochimice sau microbiologice care se produc sub acțiunea mediului înconjurător. În instalațiile de gaze, pagubele provocate de coroziune

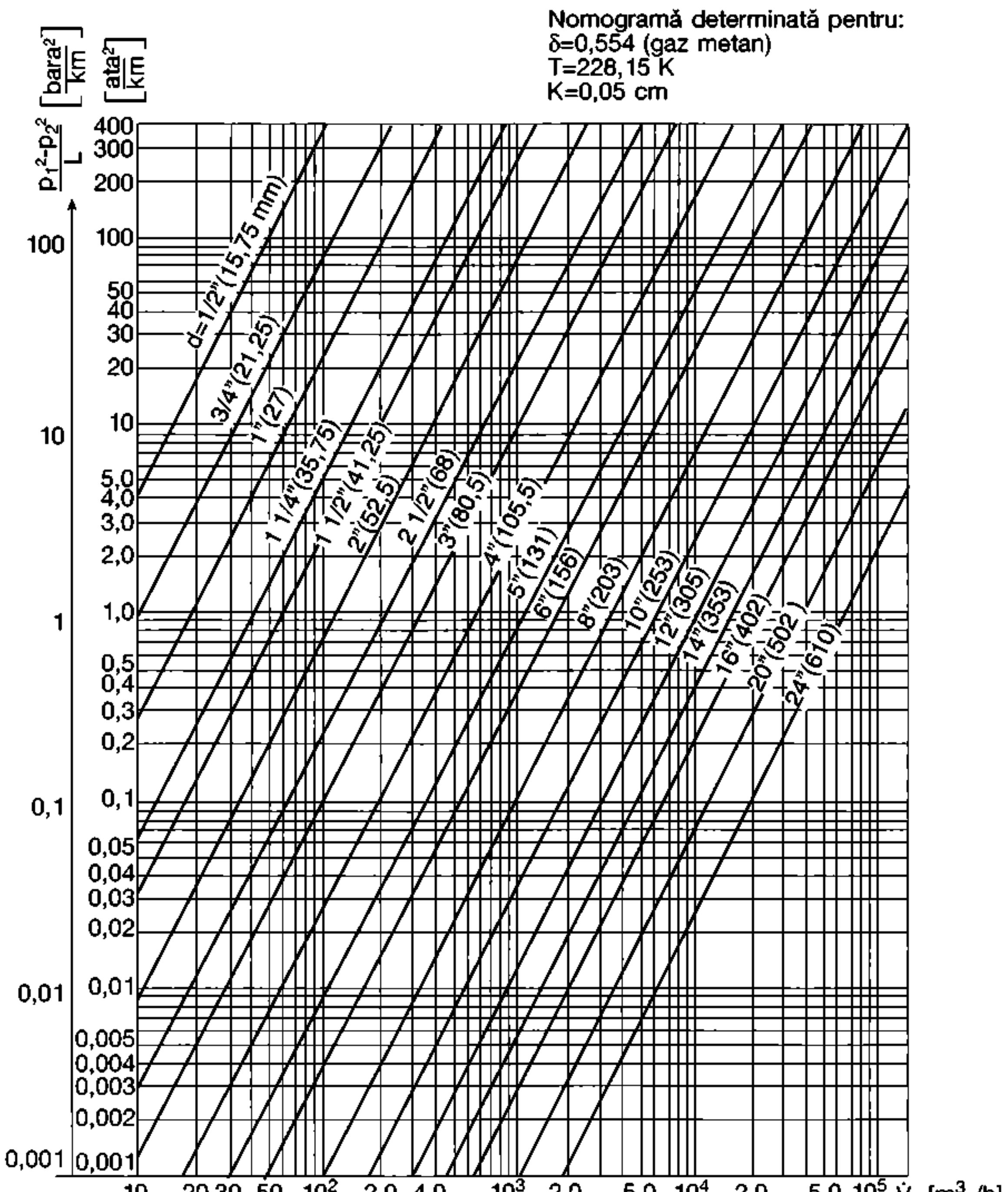


Fig. 6.7.8. Nomogramă pentru calculul conductelor cu țevi din oțel, pentru distribuția gazelor naturale, în regim de curgere permanentă cu volum variabil (presiune medie sau redusă)

constau în: pierderi de metal; perforarea conductelor și deci scăpări de gaze cu pericole de incendiu, explozii, asfixieri; cheltuieli pentru repararea sau înlocuirea conductelor; dereglări în sistemul de alimentare cu gaze, în special, pentru consumatorii industriali.

Coroziunea conductelor metalice poate fi interioară sau exterioară.

Coroziunea interioară este de mai mică importanță decât cea exterioară și poate fi combătută fie prin practicarea unor căptușeli (straturi) protectoare depuse pe suprafața interioară a conductei, prin termodifuzie, sau prin procedee electrochimice, fie prin introducerea în curentul de gaz a unor inhibitori de coroziune.

Coroziunea exterioară a conductelor îngropate în sol poate fi:

- *chimică* datorită acțiunii unor acizi, săruri etc., existente în sol, asupra metalului conductei;
- *electrochimică* datorită formării unor cupluri galvanice între două metale diferite din care unul mai puțin oxidat (conducta de gaze) este anod (polul pozitiv), celălalt puternic oxidat, este catod (polul negativ), iar electrolitul este solul; în acest caz se produce un transport de electroni de la metalul conductei care oxidează, la metalul care are rolul de catod;
- *prin curenți electrici* care circulă prin sol - „curenți Foucault" - datorită surselor exterioare de curent cum sunt: sistemele de tracțiune electrică prin curent continuu, rețelele de distribuție a energiei electrice cu firul

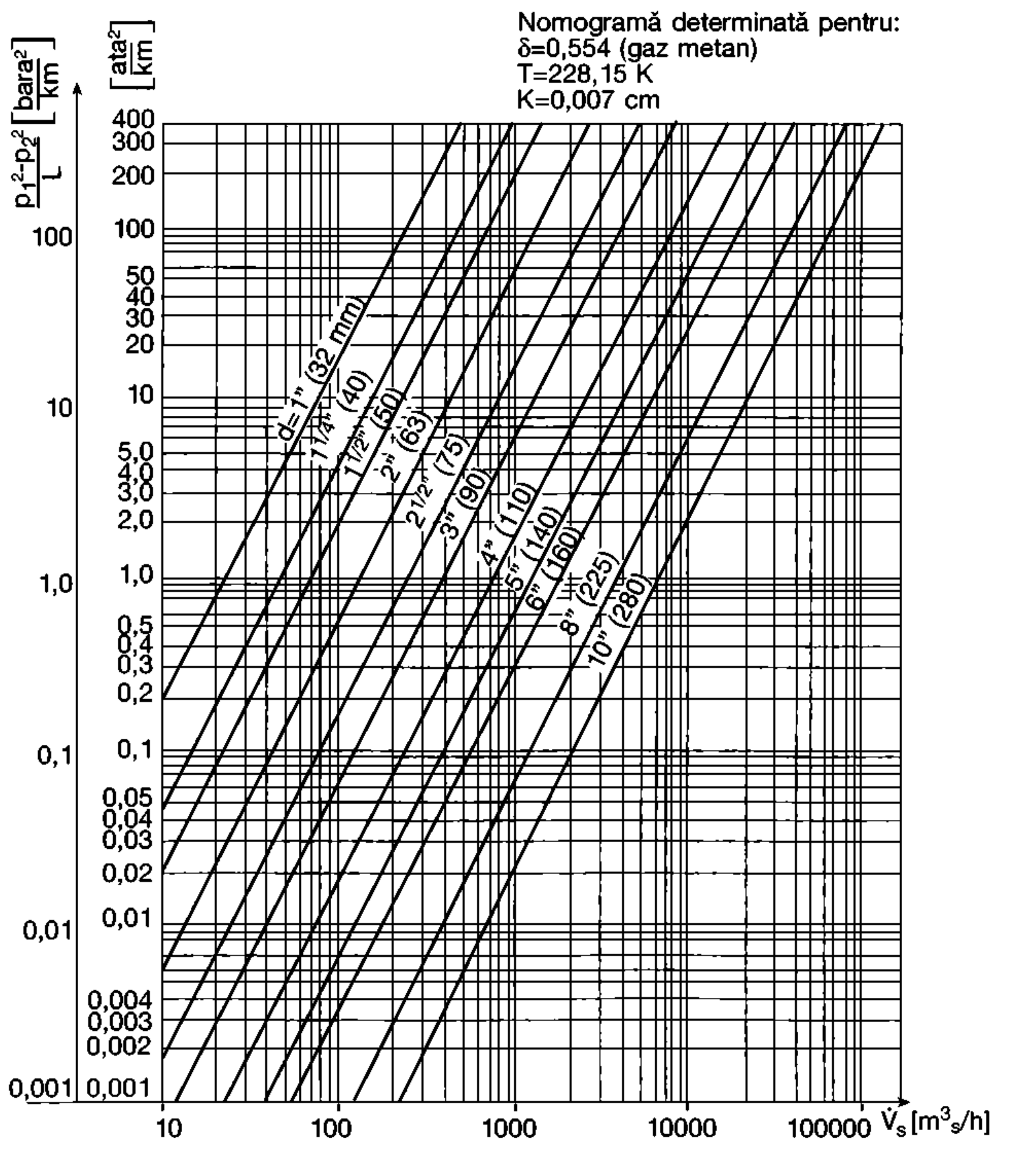


Fig. 6.7.9. Nomogramă pentru calculul conductelor cu țevi din polietilenă, pentru distribuția gazelor naturale, în regim de curgere permanentă cu volum variabil (presiune medie sau redusă).

neutru pus la pământ etc.;
- *microbiologică*, provocată de acțiunea unor microorganisme (bacterii) anaerobe, care transformă sulfații în hidrogenul sulfurat care difuzează și produce precipitarea sulfatului de fier, metalul conductei corodându-se.

6.7.2.2 Măsurile de protecție anticorosivă a conductelor exterioare de gaze naturale combustibile

Principalele măsuri de protecție anticorosivă a conductelor exterioare sunt: izolarea cu înveliș exterior protector; îmbinările electroizolante ale conductelor; protecția catodică.

a. Izolarea cu înveliș exterior protector (protecția de bază, fig. 6.7.2) se realizează cu următoarele materiale:
- pentru aderență: grund (citom) care este o vopsea din bitum și benzină ce se aplică pe suprafața metalică exterioară a conductei;
- pentru izolare: bitum, amestecuri pe bază de bitum sau bitumuri plastifiate;
- pentru armarea izolației (inserții): benzi de pâslă din fibre de sticlă ancolate; ancolantul utilizat putând fi rășina ureoformaldehidică (urelit), poliacetat de vinil (PAV), amidonul, sărurile de crom etc.;
- pentru învelișul exterior protector: benzi de bitum-cauciuc, materiale plastice, fire sau fibre de sticlă etc.; pentru protecția împotriva radiației solare a conductelor montate aerian sau care urmează a fi montate subteran, dar sunt manipulate în perioada de vară, se utilizează lapte de var.

b. Îmbinările electroizolante ale conductelor (fig. 6.7.3) îndeplinesc rolul de:
- separare din punct de vedere electric a două porțiuni diferite de conducte de gaze naturale montate subteran, care ar putea forma un element galvanic, electrolit fiind solul;
- asigurarea izolării unei conducte (sau rețea de conducte) protejată catodic de alte conducte neprotejate;
- separarea din punct de vedere electric a conductelor de gaze prevăzute cu sisteme de protecție anticorosivă diferite.

Îmbinările electroizolante se montează în următoarele puncte caracteristice ale instalațiilor de gaze:
- la intrarea și ieșirea conductelor din stațiile de reglare a presiunii gazelor;
- pe conductele de branșament;
- la intrarea în regulatorul de presiune sau în instalațiile de utilizare a gazelor combustibile naturale.

c. Protecția catodică constă în aducerea și menținerea potențialului metalului conductei la valoarea potențialului corespunzător zonei de pasivitate, zonă în care acesta devine imun la coroziune; pentru fier, potențialul maxim de protecție este 0,85 V, iar cel minim de 1,20 V, determinate în raport cu electrodul Cu-SO_4Cu.

Protecția catodică în absența curenților vagabonzi se poate realiza:
- prin absorbție de curent utilizând o sursă exterioară de curent continuu (generator, baterie sau redresor alimentat de la rețea) având legată la catod conducta, iar la anod (deversor) un material de sacrificiu (fig. 6.7.4);
- prin anozi solubili sau reactivi (fig. 6.7.5) în care conducta este catodul, iar anodul un material electronegativ față de metalul conductei, electrolitul fiind solul.

Protecția catodică în prezența curenților vagabonzi se poate realiza prin drenaj electric (fig. 6.7.6) care poate fi simplu sau polarizat și constă în reducerea artificială a potențialului conductei printr-un conductor metalic de legătură (de drenaj) între zona anodică a conductei (de ieșire a curenților Foucault) și un punct de potențial scăzut al conductorului căii de tracțiune pus la pământ. În absența conductorului de legătură, curentul trece de la conductă, prin sol, la șină prin conductivitate ionică (cu deplasare de material prin corodarea conductei); prin conductorul de drenaj curentul se reîntoarce la șină fără transport de material. Drenajul electric simplu se folosește în curent continuu, iar cel polarizat atunci când este posibilă inversarea în timp a curentului drenat, inversare care este evitată prin intercalarea în circuitul de drenaj a unor celule redresoare sau relee electromagnetice de polarizare.

Protecția catodică aplicată conductelor de gaze montate subteran se verifică periodic pentru a i se constata starea în care se află și eficacitatea.

6.7.3. Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale combustibile

6.7.3.1 Debite de calcul pentru dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de gaze naturale combustibile

Debitele de calcul se stabilesc pe baza avizelor organelor în drept, ținând seamă de următoarele:
- pentru rețeaua de repartiție și pentru ramurile principale ale rețelei de distribuție se ia în considerare consumul de gaze pentru o etapă de perspectivă (minimum 20 ani) ținând seama de dezvoltarea în viitor a zonelor servite, eventuale modificări ale regimului de înălțime și ale densității construcțiilor existente, de schimbările

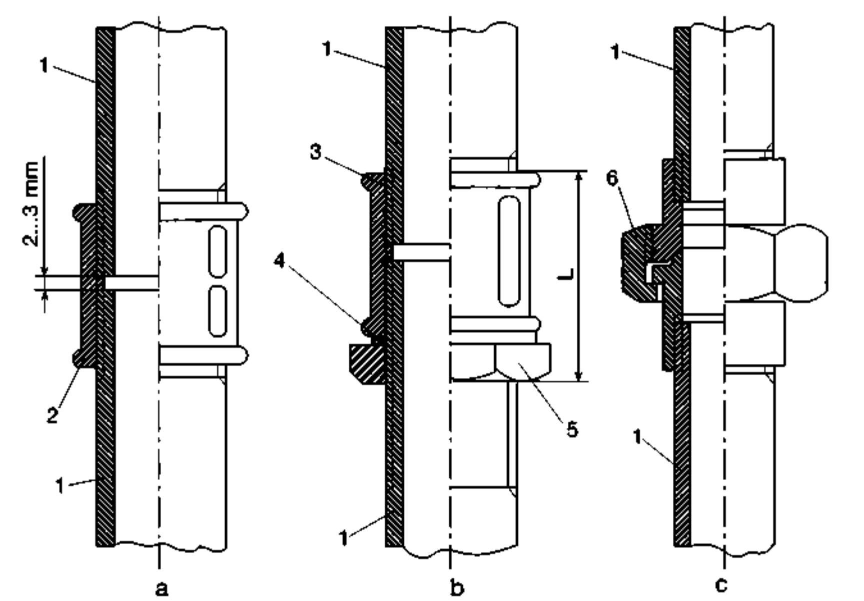


Fig. 6.8.1. Îmbinări demontabile cu piese filetate:
a - îmbinare cu mufă stânga - dreapta; b - îmbinare cu mufă și filet lung; c - îmbinare cu racord olandez;
1 - țevi de îmbinat; 2 - mufă stânga - dreapta; 3 - mufă obișnuită; 4 - garnitură de etanșare; 5 - contrapiuliță; 6 - racord olandez.

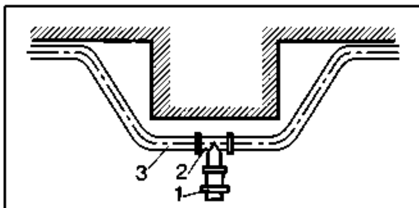


Fig. 6.8.2. Montarea aparentă a unei conducte de gaze naturale sub o grindă din beton:
1 - dop; 2 - teu; 3 - conducta de gaze.

amplasamentelor unor consumatori importanți. Pentru traseele de interconectare se consideră și debitul de avarie al sectoarelor vecine. Dimensionarea rețelei de repartiție trebuie să asigure, în caz de defectare a uneia din stațiile de predare, în orice punct al rețelei 50 % din debitul de calcul;

- pentru ramurile secundare ale rețelei de distribuție se consideră debitul instalat al aparatelor de utilizare existente și al acelora ce pot fi instalate în viitorii 10 ani, ținând seama de realizarea de noi construcții în zonă și de schimbarea destinației unor construcții;
- pentru branșamentele și instalațiile de utilizare a agenților economici, societăților și instituțiilor social-culturale, se prevede debitul instalat existent și debitul ce poate fi instalat în următorii 5 ani, ținând seama de schimbarea tehnologiilor sau proceselor de utilizare precum și de creșterea eficienței sau randamentului aparatelor de utilizare.

6.7.3.2 Stabilirea căderilor de presiune disponibile pentru dimensionarea conductelor rețelelor exterioare de gaze naturale de joasă presiune

La rețelele cuprinse între regulatoare (cel dinspre treapta superioară și cel către treapta inferioară), pentru dimensionarea conductelor, căderea de presiune disponibilă Δp se stabilește ca diferența între presiunea minimă asigurată la ieșirea din primul regulator p_1 și presiunea minimă necesară celui de al doilea regulator p_2, pentru a asigura nivelul maxim de presiune al treptei inferioare. Presiunea disponibilă p_1, după primul regulator, se stabilește scăzând, din presiunea nominală de ieșire, abaterea maximă indicată în standardul de fabricație al aparatului. Presiunea p_2, înainte de al doilea regulator, se stabilește, adăugând la presiunea nominală, în aval de regulator, căderea de presiune prescrisă prin standardul de fabricație, pentru a asigura funcționarea corectă a regulatorului. Presiunea p_2, astfel găsită, se majorează cu 10 %, pentru compensarea unor factori imprevizibili.

În cazul asigurării presiunilor maxime la ieșirea din regulator, căderile de presiune Δp vor avea următoarele valori maxime:

- pentru rețele de presiune medie Δp = 2,1 bar între p_1 = 5,4 bar și p_2 = 3,3 bar (fig. 6.7.7);
- pentru rețele de presiune redusă având la capăt regulatoare cu acționare directă (de debit mic) Δp = 1,0 bar între p_1 = 1,8 bar și p_2 = 0,8 bar.

Pentru ramificații și branșamente, căderea de presiune Δp se stabilește ca diferența între presiunea disponibilă în punctul de racord p_1 și presiunea necesară înaintea regulatorului de la capătul branșamentului p_2.

Pentru rețelele de distribuție existente, presiunea disponibilă p_1 se indică de către întreprinderea de distribuție a gazelor, la cererea beneficiarului sau a proiectantului.

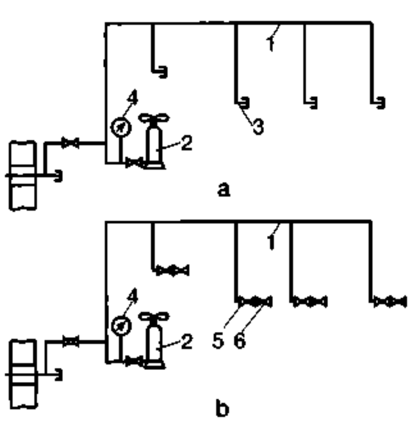


Fig. 6.8.3. Probarea instalației interioare de gaze naturale combustibile:
a - proba de rezistență;
b - proba de etanșeitate;
1 - rețeaua de conducte; 2 - pompă manuală pentru aer comprimat; 3 - dopuri metalice filetate; 4 - manometru; 5 - robinet de siguranță; 6 - robinet de manevră.

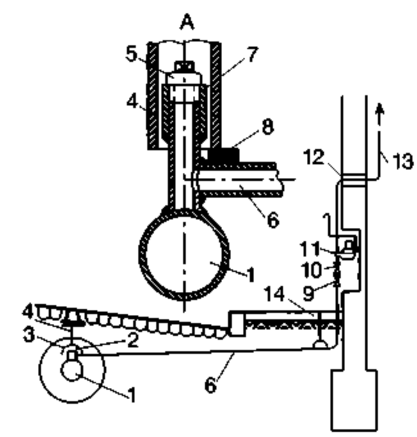


Fig. 6.8.4. Schemă și detaliu pentru branșament de joasă presiune:
1 - conductă de distribuție; 2 - drenaj din pietriș; 3 - calotă de captare a gazelor; 4 - conductă de evacuare a gazului; 5 - dop din fontă; 6 - conductă de branșament; 7 - manșon de fixare; 8 - suport; 9 - robinet de branșament; 10 - robinet de incendiu; 11 - regulator de debit mic; 12 - tub de protecție; 13 - conductă interioară; 14 - răsuflătoare.

6.7.3.3 Dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale combustibile (presiune medie sau redusă)

a. Calculul debitului de gaze și determinarea diametrului conductei. Pentru starea de referință normală, debitul de gaz compresibil în curgere permanentă, este dat de relația 6.4.21:

$$\dot{V}_N = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{T_N}{1,293 p_N}}\cdot\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [m_N^3/h] \qquad (6.7.1)$$

Debitul de gaz, la starea de referință standard este:

$$\dot{V}_S = \frac{T_S}{T_N}\dot{V}_N \quad [m_S^3/h] \qquad (6.7.2)$$

Exprimând presiunile absolute p_1 și p_2 la capetele tronsonului de calcul [MN/m²], diametrul interior D al conductei [cm], lungimea tronsonului de calcul L [km] și temperatura absolută a gazelor [K], debitul de gaze se determină cu relația:

$$\dot{V}_S = 42,24\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D^5}{\lambda L T \delta}} \quad [m_S^3/h] \qquad (6.7.3)$$

Din relația 6.7.3 se deduce:

$$D = 0,224\sqrt[5]{\frac{\lambda L T \delta}{p_1^2 - p_2^2}\cdot \dot{V}_S^2} \ [cm] \qquad (6.7.4)$$

Pentru dimensionarea conductelor rețelei exterioare de gaze naturale, în regim de curgere permanentă cu volum variabil (presinue medie sau redusă), se folosesc nomogramele din fig. 6.7.8 pentru conducte cu țevi din oțel și respectiv, din fig. 6.7.9 pentru țevi din polietilenă.

Diametrele minime admise pentru conductele subterane sunt: pentru conducte de distribuție, 3"; pentru branșamente și instalații de utilizare, 1".

b. Variația presiunii în lungul unui tronson de conductă. În curgerea permanentă are loc destinderea izotermă a gazului în conductă, astfel încât, considerând T, λ și δ constante și notând:

$$K = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{T_R}{p_R \rho_{aR} \lambda T \delta}} \qquad (6.7.5)$$

formula debitului devine:

$$\dot{V}_R = K\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D^5}{L}} \qquad (6.7.6)$$

și aplicând-o între secțiunile 1 și x, respectiv x și 2 (fig. 6.4.5 a) se obține:

$$\dot{V}_R = K\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D^5}{x}} = K\sqrt{\frac{\left(p_1^2 - p_2^2\right)\cdot D^5}{L - x}} \qquad (6.7.7)$$

din care rezultă presiunea p_x în secțiunea x:

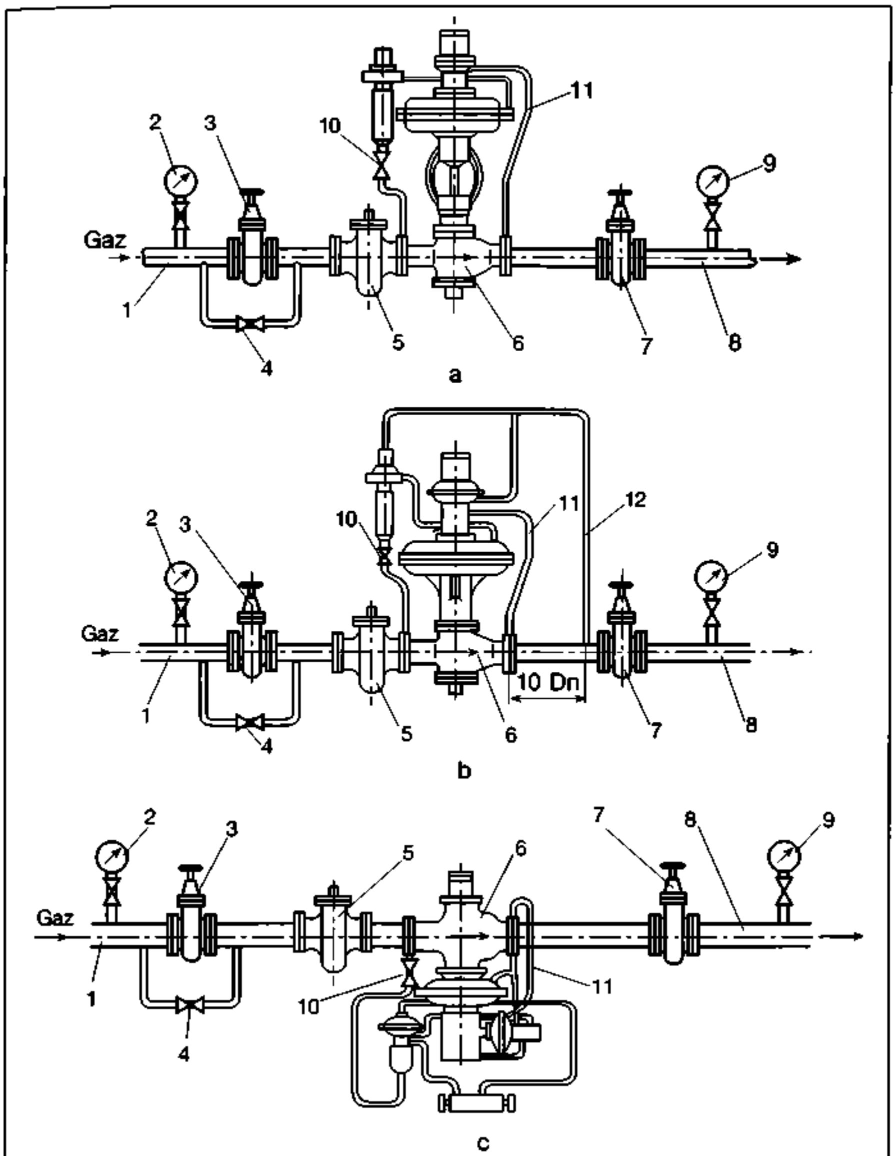


Fig. 6.8.5. Scheme de montare a regulatoarelor industriale:
a - regulator RPA 2; b - regulator RPA 3; c - regulator RPA 4;
1 - conductă amonte; 2 - manometru amonte; 3 - robinet de intrare; 4 - ocolitor cu robinet; 5 - filtru; 6 - regulator; 7 - robinet ieșire; 8 - conductă aval; 9 - manometru aval; 10 - robinet cu ac; 11 - conductă aval P2; 12 - conductă impuls priză presiune de ieșire.

$$p_x = \sqrt{p_1^2 - \left(p_1^2 - p_2^2\right)\frac{x}{L}} \qquad (6.7.8)$$

Relația 6.7.8 exprimă variația parabolică a presiunii gazului în regim de curgere permanentă cu volum variabil (fig. 6.4.5a).

c. Presiunea medie p_m a gazului între două secțiuni ale unui tronson de conductă. Presiunea medie a gazului compresibil în regim de curgere permanentă, cu destindere izotermă, este:

$$p_m = \frac{1}{L}\int_0^L p_x dx = \frac{1}{L}\int_0^L \sqrt{p_1^2 - \left(p_1^2 - p_2^2\right)\frac{x}{L}}\, dx = \frac{2}{3}\left(p_1 + \frac{p_2^2}{p_1 + p_2}\right) \qquad (6.7.9)$$

d. Viteza medie v_m a gazului, în regim de curgere permanentă, cu destindere izotermă. Se aplică legea transformării izoterme, considerând starea

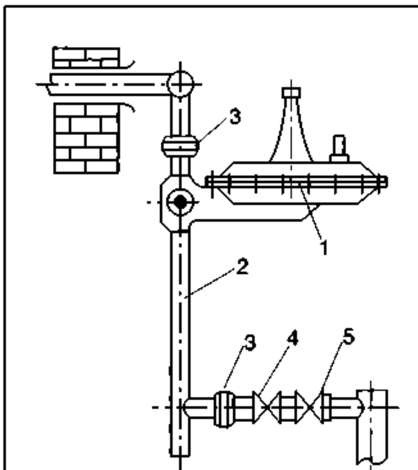


Fig. 6.8.7. Montarea regulatorului de presiune pentru debit mic:
1 - regulator de presiune; 2 - țeavă; 3 - racord olandez; 4 - robinet de branșament; 5 - robinet de incendiu.

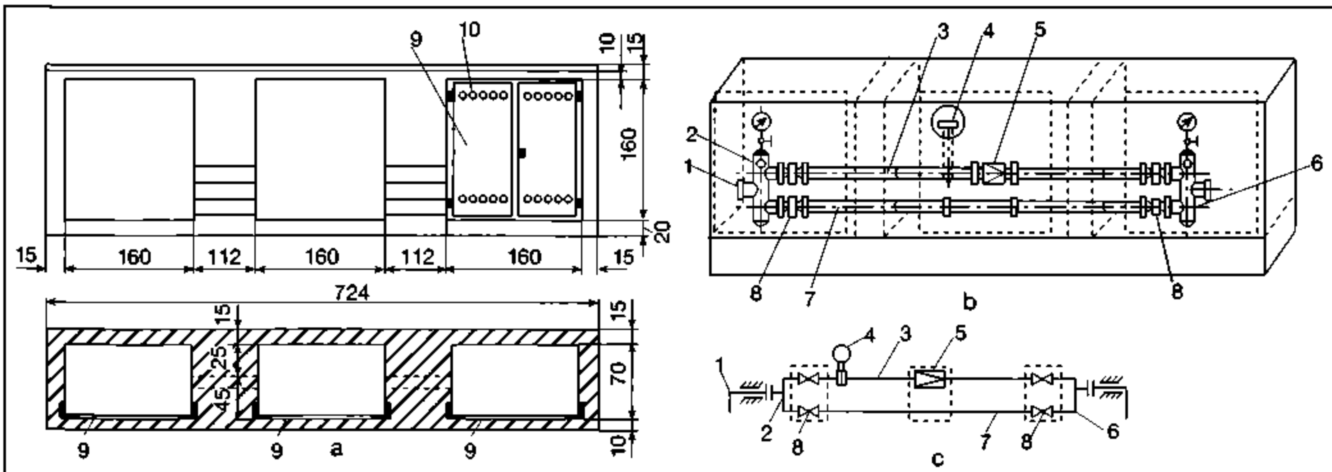


Fig. 6.8.6. Stație de reglare - măsurare montată în firidă:
a - dimensiunile firidei; b - amplasarea panourilor stației în plan vertical; c - schema de montaj;
1 - conductă de intrare a gazului; 2 - distribuitor; 3 - panou; 4 - contor diferențial; 5 - regulator de presiune cu acțiune indirectă; 6 - colector; 7 - conductă de ocolire; 8 - robinet; 9 - ușă metalică de acces; 10 - orificii.

de referință normală fizică și o stare oarecare a gazului:

$$p_N \cdot \dot{V}_N = p_m \cdot \dot{V}_m \qquad (6.7.10)$$

în care $\dot{V}_m$ este debitul mediu la presiunea medie p_m, calculat cu viteza medie, v_m, a gazului:

$$\dot{V}_m = \frac{\pi D^2}{4} v_m \qquad (6.7.11)$$

Înlocuind relația 6.7.11 în relația 6.7.10 rezultă:

$$v_m = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{p_N}{p_m} \cdot \frac{\dot{V}_N}{D^2} \qquad (6.7.12)$$

în care, se înlocuiește presiunea medie p_m, dată de relația 6.7.9 și se obține:

$$v_m = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{p_N}{\frac{2}{3}\left(p_1 + \frac{p_2^2}{p_1 + p_2}\right) D^2} \cdot \frac{\dot{V}_N}{D^2} \qquad (6.7.13)$$

În relația 6.7.13 se consideră: debitul $\dot{V}_N$ [m^3_N/h]; diametrul D [cm]; presiunile p_1 și p_2 [bar] și se obține:

$$v_m = \frac{5,376 \cdot \dot{V}_N}{D^2 \left(p_1 + \frac{p_2^2}{p_1 + p_2}\right)} \quad [m/s] \qquad (6.7.14)$$

Conductele instalațiilor supraterane și subterane se dimensionează astfel încât vitezele gazelor în conducte să nu depășească 20 m/s pentru conducte supraterane și 60 m/s pentru conducte subterane.

Panourile, colectoarele și conductele de ocolire ale claviaturilor de reglare și măsurare din stații și posturi de reglare se dimensionează astfel încât vitezele gazelor în conducte să nu depășească 60 m/s pentru stațiile racordate direct la conducta de transport și 40 m/s pentru stațiile racordate la sistemele de distribuție.

6.8. Tehnologia de executare și montare a instalațiilor de gaze naturale combustibile

6.8.1. Tehnologii de montare a instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile

6.8.1.1 Montarea contoarelor de gaze naturale combustibile

Contorul volumetric se montează pe o plăcuță din fontă de dimensiuni standardizate care asigură etanșeitatea îmbinării și îl protejează de eforturi. La intrarea gazului în contor se montează un robinet de contor. Înălțimea de montare (1,5...2 m de la pardoseală) trebuie să asigure citirea indicatorului și protejarea contorului de lovituri, în timpul exploatării.

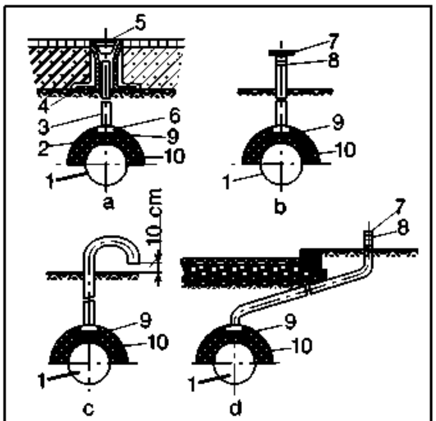


Fig. 6.8.8. Tipuri de răsuflători:
a - cu capac din fontă pentru carosabil; b - cu găuri pentru montare în spații verzi; c - cu capătul tijei curbat pentru montare în spații verzi; d - pentru montare în carosabil, cu tija scoasă în spațiul verde;
1 - conductă; 2 - calotă; 3 - ștuț; 4 - cutie din fontă; 5 - capac; 6 - opritor; 7 - capac; 8 - găuri; 9 - pietriș; 10 - nisip.

6.8.1.2 Montarea coloanei de alimentare cu gaze naturale combustibile a instalației interioare

Coloana montantă a instalației interioare se execută aparent, utilizând țevi din oțel negre. Acestea se îmbină fie prin fitinguri (îmbinări filetate) (fig. 6.8.1) fie prin sudură (pentru conductele având dimensiuni mai mari de 3/4").

6.8.1.3 Montarea rețelei interioare de distribuție a gazelor naturale combustibile

Conductele se montează aparent și se fixează pe pereți cu brățări metalice. Distanța maximă dintre două brățări este de 2 m. La traversarea pereților sau planșeelor, conductele de gaze se introduc în tuburi de protecție, care au diametrul interior cu 5...10 mm mai mare decât diametrul exterior al conductei protejate. Acolo unde este cazul, la ocolirea grinzilor (fig. 6.8.2) se montează dopuri pentru descărcarea condensatului înmagazinat în timpul funcționării, înșurubate în teuri montate pe conducta de gaze

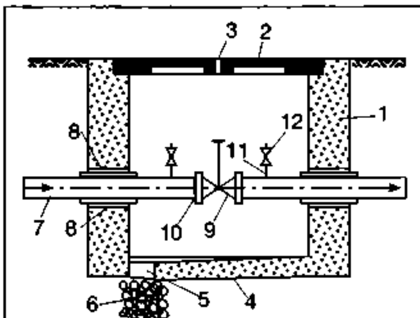


Fig. 6.8.9. Vană montată în cămin:
1 - pereți din beton; 2 - capac din fontă; 3 - orificii de aerisire; 4 - radierul căminului; 5 - orificiu pentru scurgerea apei; 6 - drenaj; 7 - conductă de gaze; 8 - tub de protecție; 9 - vană; 10 - flanșe; 11 - prize de presiune; 12 - robinet de control.

Tabelul 6.8.1. Distanțele minime de montare între conductele de gaze și alte instalații, construcții sau obstacole subterane

Nr. crt.	Instalația, construcția sau obstacolul	Distanța minimă [m] de la conducta de gaz, având presiunea de: joasă	redusă	medie
1	Clădiri cu subsoluri sau aliniamente de terenuri susceptibile de a fi construite	2	2	3
2	Clădiri fără subsoluri	1,5	1,5	2
3	Canale pentru rețele termice, canale pentru instalații telefonice	1,5	1,5	2
4	Conducte de canalizare	1	1	1,5
5	Conducte de apă, cabluri de forță, cabluri telefonice montate direct în sol sau căminele acestor instalații		0,6	
6	Cămine pentru rețele termice, telefonice și de canalizare, stații sau cămine subterane în construcții independente		1	
7	Linii de tramvai (până la șina cea mai apropiată)		1,2	
8	Copaci		1,5	
9	Stâlpi (fără instalații energetice)		0,5	
10	Linii de cale ferată exclusiv cele din stații, triaje și incinte industriale - în rambleu		2	
	- în debleu, la nivelul terenului		5,5	

Pe traseele comune, conductele de gaze se așează deasupra celor de alimentare cu apă.

Robinetele de închidere cu cep se verifică, se șlefuiește cepul și se probează înainte de montare în instalație.

6.8.1.4 Montarea arzătoarelor și aparatelor de utilizare

Arzătoarele și aparatele de utilizare se racordează cu legături rigide la instalație; excepție fac aparatele cu flacără liberă cu un consum mai mic de 0,5 m^3/h, la care sunt permise legături cu furtun din cauciuc de tip standardizat, de maximum 1,1 m lungime.

Fiecare aparat de utilizare este prevăzut cu două robinete de închidere cu cep, unul de manevră și unul de siguranță (pentru închidere în caz de avarii, incendiu etc., în timpul exploatării) așezate la o distanță convenabilă pentru a putea fi manevrate.

Dacă aparatul de consum este racordat rigid la rețea și are robinet propriu de manevră (de exemplu: mașină de gătit, aparat de încălzit apa etc.) se poate instala pe conductă numai un robinet de siguranță cu cheie.

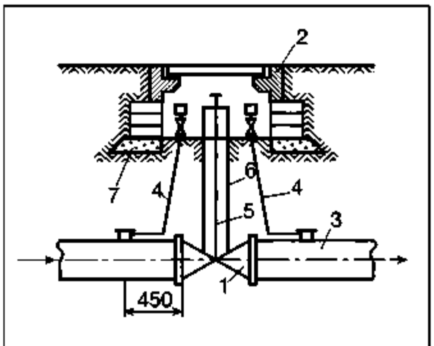


Fig. 6.8.10. Vană montată îngropat: 1 - vană de închidere; 2 - cutie de vizitare înglobată în masă de bitum sau de material plastic; 3 - conductă de gaze; 4 - priză de presiune; 5 - tija de manevră a vanei; 6 - tub de protecție din material plastic; 7 - postament din beton sau mortar de ciment.

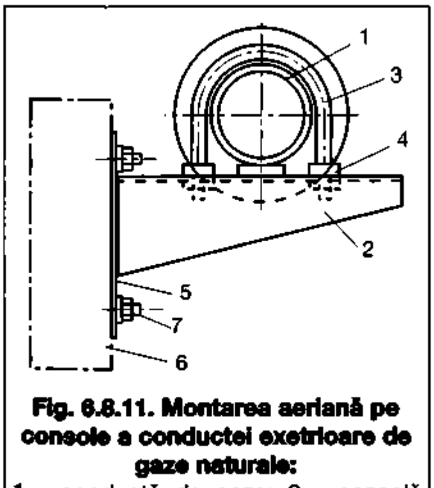


Fig. 6.8.11. Montarea aeriană pe console a conductei exetrioare de gaze naturale:
1 - conductă de gaze; 2 - consolă executată din oțel cornier; 3 - colier; 4 - șurub; 5 - placă metalică; 6 - element de construcție; 7 - bulon.

La aparatele de utilizare de uz casnic racordate cu furtun din cauciuc se montează, de asemenea, două robinete: cel de siguranță se montează pe conductă înaintea racordării furtunului, iar cel de manevră, pe aparatul de utilizare.

Arzătoarele de gaze naturale combustibile destinate cazanelor pentru încălzire și prepararea apei calde de consum se montează pe o placă frontală fixată cu șuruburi pe cazan, în zona focarului. Pe racordul de alimentare cu gaze a arzătoarelor, se montează regulatorul de presiune și aparatura de automatizare necesară pentru funcționarea arzătoarelor în deplină siguranță. Ventilatoarele pentru arzătoarele cu aer insuflat sunt prevăzute cu regulatoare automate ale debitului de aer necesar arderii.

6.8.1.5 Probarea și recepția instalațiilor interioare de gaze naturale combustibile

Instalațiile interioare de joasă presiune sunt supuse probelor:

- *de casă* (încercarea preliminară), care se face cu aer comprimat la presiunea de 1 bar; se probează întreaga rețea de conducte, fără armăturile punctelor de utilizare, unde se montează provizoriu dopuri (fig. 6.8.3 a); îmbinările conductelor se verifică cu apă și săpun de către șeful de echipă în prezența maistrului; nu se admit pierderi de presiune;
- *de rezistență* a conductelor care se execută, de asemenea, fără armături, cu aer comprimat la presiunea de 1 bar (fig. 6.8.3 a).
- *proba de etanșeitate* (fig. 6.8.3 b), în cursul căreia se probează instalația cu toate robinetele de manevră și de siguranță montate. Presiunea de probă este egală cu presiunea de regim a instalației de 20 mbar, în cazul conductelor de joasă presiune. Verificarea etanșeității îmbinărilor se face cu o emulsie de apă cu săpun întinsă cu o pensulă pe locul îmbinării. Nu se admite scăderea presiunii în timpul probei. Dacă se constată neetanșeități, se efectuează remedierea lor și proba se repetă.

Instalația de gaze se pune în funcțiune numai după ce s-a evacuat tot aerul din conducte și instalația s-a umplut cu gaze naturale combustibile la presiunea de regim.

La punerea în funcțiune se controlează funcționarea arzătoarelor și aparatelor de utilizare, la diverse poziții de deschidere ale robinetelor, corespunzător debitelor maxime și respectiv, în regim economic.

La fiecare arzător se verifică modul cum se evacuează gazele de ardere, atât la funcționarea separată, cât și la funcționare simultană, în cazul racordării la același canal sau coș de fum a două sau mai multe aparate.

6.8.2. Tehnologia de montare a branșamentelor de gaze naturale combustibile

Pe conducta de distribuție, în punctul de racord, se sudează un teu de branșament. La acest teu se racordează prin sudură conducta de branșament, după care se perforează conducta de distribuție, pentru a permite accesul gazelor în branșament (fig. 6.8.4).

Conducta de branșament se racordează la instalația interioară prin intermediul unei piese electroizolante. Scopul acestei piese este să elimine posibilitatea punerii la pământ, prin conducta de gaze, a diverselor obiecte

Tabelul 6.8.2. Presiuni pentru probarea conductelor de gaze naturale

Destinația și treapta de presiune	Presiunea pentru verificare și proba de rezistență [bar]	Presiunea pentru verificare și proba de etanșeitate [bar]
1. Rețele de distribuție și instalații de utilizare subterane:		
1.1. Presiune medie	9	6
1.2. Presiune redusă	4	2
1.3. Presiune joasă	2	1
1. Stații de reglare, având în amonte:		
2.1. Presiune medie	9	6
2.2. Presiune redusă	4	2
2. Instalații de utilizare aparente:		
3.1. Presiune medie	9	6
3.2. Presiune redusă	4	2
3.3. Presiune joasă	1	0,2*

*) Cu manevrarea armăturilor

electrocasnice, și să permită aplicarea protecției catodice la conductele sistemului exterior de distribuție.

Atât la sudura efectuată pe conducta de distribuție, cât și la capătul branșamentului (lângă clădire), se montează obligatoriu o răsuflătoare (fig. 6.8.4) pentru eliminarea în atmosferă a eventualelor scăpări de gaze prin neetanșeitățile conductelor.

La capătul conductei de branșament se montează un robinet de branșament, care permite scoaterea din funcțiune a întregii instalații. Înainte de intrarea conductei de branșament în clădiri de locuit, hale industriale etc. la capătul racordului, în exterior și la loc accesibil, se montează un robinet de închidere, în caz de incendiu.

După executarea branșamentului se completează (se reface) izolația anticorosivă a conductelor în dreptul îmbinărilor sudate și se verifică etanșeitatea conductei mai ales în dreptul sudurilor.

6.8.3. Tehnologia de montare a stațiilor și posturilor pentru reducerea și reglarea presiunii gazelor naturale combustibile

6.8.3.1 Amplasarea și montarea echipamentelor

Instalațiile pentru reducerea și reglarea presiunii și măsurarea debitului gazelor se pot amplasa: în clădiri proprii (stații de reglare-măsurare); în cabine (posturi de reglare); în nișe sau firide; direct pe agregatele tehnologice în halele industriale.

La montarea stațiilor de reglare în clădiri proprii, se recomandă respectarea următoarelor dimensiuni:

- între exteriorul panourilor și peretele clădirii stației sau împrejmuirii se lasă un spațiu liber de 500 mm;
- între exteriorul armăturilor de pe țevile panourilor de reglare și respectiv măsurare, trebuie să existe un spațiu de 400 mm;
- înălțimea de la pardoseală până la țevile interioare ale panourilor va fi de circa 500 mm.

Regulatoarele de presiune se montează în instalație (fig. 6.8.5) astfel încât săgeata indicatoare de pe corp să fie în sensul curgerii gazului prin conductă, cu tija ventilelor în poziție verticală, cu membrana în sus la tipurile RPA_2 și RPA_3 și cu membrana în jos la tipul RPA_4. În pardoseala stației, sub regulator, se practică, de obicei, un locaș pentru scoaterea tijelor supapelor din partea inferioară a regulatorului. Întregul echipament al stațiilor de reglare se sprijină pe suporturi metalice fixate în zidărie sau pe elemente din beton.

La stațiile de reglare-măsurare montate în firide (fig. 6.8.6), formele și dimensiunile în plan orizontal și vertical ale firidelor sunt funcție de dimensiunile echipamentelor stațiilor de reglare-măsurare. De regulă, o firidă este formată din trei nișe, fiecare nișă având ușă metalică de acces în care sunt practicate orificii pentru aerisire, atât la partea superioară cât și la partea inferioară a ușii.

Posturile de reglare (fig. 6.8.7) se amplasează în nișe sau cabine din zidărie sau beton, protejate cu uși metalice prevăzute cu orificii pentru evacuarea în atmosferă a scăpărilor de gaze naturale. Nișele se amplasează fie în peretele exterior al clădirii consumatorilor, fie la limita proprietății, lângă gard.

6.8.3.2 Probarea și recepția stațiilor și posturilor de reglare

Stațiile și posturile de reglare sunt supuse, în vederea recepționării, la probe de rezistență și etanșeitate.

Presiunea pentru proba de rezistență depinde de valoarea presiunii gazului din amonte de stație și este de 9 bar pentru treapta de presiune medie și de 4 bar pentru treapta de presiune redusă.

Proba de rezistență se efectuează cu aer comprimat, după ce în prealabil întreaga instalație a fost curățată de impurități prin trecerea (suflarea) unui curent de aer comprimat. Încercarea de rezistență se face cu regulatoarele izolate (blindate) cu flanșe oarbe. Durata probei de rezistență este de 30 de minute pentru fiecare treaptă de reglare. În acest interval de timp dacă presiunea aerului comprimat din instalație nu scade sub valoarea presiunii de probare, proba se consideră reușită. În caz contrar, se remediază defecțiunile și proba se repetă.

Proba de etanșeitate se efectuează tot cu aer comprimat la presiunea de 1 bar și durează o oră pentru fiecare treaptă de reglare. În acest timp nu se admit pierderi de presiune și se cercetează fiecare îmbinare a instalației cu un produs spumant. Dacă se constată neetanșeități, se descarcă instalația de aer comprimat, se remediază defecțiunile și proba de etanșeitate se repetă. Îmbinările între tronsoanele de conducte precum și cele din posturile de reglare, care nu au putut fi verificate la presiune cu aer comprimat, se pot verifica la etanșeitate la presiunea gazelor naturale din conductă, cu un produs spumant.

Condițiile de efectuare a probelor ca și rezultatele obținute se înscriu în procesul-verbal de recepție a instalațiilor respective.

Tabelul 6.8.3. – Duratele de egalizare a temperaturii și duratele pentru încercări

Volumul conductei în m³	Timp necesar pentru egalizarea temperaturii conductei montate			Ore pentru încercarea conductei	
	Subteran, în ore		Suprateran, în minute	rezistență	etanșeitate
	OL	PE	OL; PE		
0,1	0,50	0,75	9	1	1
0,2	0,75	1,00	20	1	2
0,3	1,00	1,50	30	1	2
0,5	1,50	2,00	40	1	3
1	2,00	3,00	50	1	6
2	2,50	3,75	60	1	12
3	3,00	4,50	75	1	18
4	4,00	6,00	90	1	24
5	5,00	7,50	90	1	24
10 și mai mare	8,00	12,00	120	1	24

6.8.4. Tehnologia de montare a rețelelor exterioare de gaze naturale combustibile

6.8.4.1 Montarea subterană a rețelelor exterioare de gaze naturale

Pentru montarea subterană a rețelelor exterioare de gaze naturale sunt necesare, pe lângă lucrările de instalații și unele lucrări de construcții. Acestea constau în: trasarea și săparea șanțurilor, iar după montarea conductelor, astuparea șanțurilor și refacerea structurii drumurilor, aleilor pietonale etc.; execuția căminelor de vane; execuția lucrărilor de traversare a unor obstacole naturale (râuri, văi etc.).

Săparea șanțurilor se efectuează mecanizat cu utilaje construite special în acest scop sau manual.

Rețelele pentru transportul, distribuția și utilizarea gazelor naturale se execută cu țevi din oțel, îmbinate prin sudură.

Înainte de a fi montate în sol, conductele exterioare se izolează anticorosiv.

Distanțele minime de montare între conductele subterane de gaze și alte instalații, construcții sau obstacole sunt indicate în tabelul 6.8.1.

Adâncimea de montare a conductelor de distribuție, măsurată de la suprafața terenului până la generatoarea

conductei este de 0,8...1,2 m.

Conductele de gaze izolate anticorosiv se ridică și se introduc în șanțuri cu ajutorul unui dispozitiv de prindere cu pânză prevăzută cu inserție metalică rezistentă și elastică. Manevrarea dispozitivului se face cu ajutorul macaralelor trepied sau a altor tipuri de macarale (în funcție de diametrul și lungimea conductelor) după coborârea în șanț, diferitele tronsoane se îmbină între ele prin sudare.

În vederea prevenirii accidentelor, se montează răsuflători (fig. 6.8.8) în dreptul sudurilor de îmbinare a conductelor, deasupra fiecărei ramificații, în punctele în care conductele ies din pământ lângă un perete, la capetele tuburilor de protecție și pe trasee drepte la distanțe de maximum 8 m.

Când conductele subterane de gaze traversează căile de comunicație, se prevăd tuburi de protecție, iar la capetele acestora se execută cămine de vane și de control.

Pe ramificațiile importante ale rețelelor de repartiție și distribuție, precum și în instalațiile exterioare industriale se prevăd robinete (vane) de secționare, montate în cămine (fig. 6.8.9).

Pentru diametre mai mici, vanele de închidere (fig. 6.8.10) pot fi montate îngropat în cutii de vizitare, înglobate în masă de bitum sau de material plastic.

În unele cazuri este inevitabilă intersecția traseului conductei de gaze naturale montate subteran cu canalele termice. În aceste situații, pe porțiunea de traversare a canalului termic, conducta de gaze se montează într-un tub protector, iar la capetele acestuia se instalează câte o răsuflătoare care captează eventualele scăpări de gaze și le evacuează în atmosferă.

6.8.4.2 Montarea aeriană a rețelelor exterioare de gaze naturale

În zonele obiectivelor industriale, conductele rețelelor exterioare de gaze naturale se montează aerian folosind diferite sisteme de susținere ca de exemplu: pe stâlpi, estacade, pe pereții exteriori ai halelor industriale etc. Cele mai uzuale sisteme de susținere a conductelor de gaze sunt consolele metalice (fig. 6.8.11) sudate pe plăci metalice care se fixează de elementele de construcții cu buloane.

6.8.4.3 Probarea și recepția rețelelor exterioare de gaze naturale combustibile

Înainte de punerea în funcțiune, conductele exterioare ale sistemelor de distribuție sunt supuse la probele (verificările) de rezistență și etanșeitate în vederea recepționării.

Presiunile pentru probele de rezistență și de etanșeitate au valorile indicate în tabelul 6.8.2.

Probele de rezistență și de etanșeitate se efectuează cu aer comprimat și încep după egalizarea temperaturilor aerului comprimat din conductă și a aerului din mediul înconjurător. Duratele de egalizare a temperaturilor și duratele probelor de rezistență și de etanșeitate sunt indicate în tabelul 6.8.3.

Îmbinările conductelor se verifică cu un produs spumant.

Dacă în timpul probelor se constată defecte ale conductelor de gaze, probele se întrerup, conductele se golesc de aer, iar după remedierea defectelor se introduce din nou aer comprimat în conducte, la presiunile de probă indicate în tabelul 6.8.2 și probele se repetă. Este interzisă remedierea defectelor în timp ce conductele se găsesc sub presiune.

După terminarea probelor de rezistență și de etanșeitate, evacuarea aerului se va face pe la capătul conductei opus celui de umplere.

6.9. Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de gaze naturale combustibile

Exploatarea sistemelor de distribuție și a instalațiilor de utilizare se efectuează de către:

- unitățile distribuitoare, pentru toate instalațiile aferente care fac parte din mijloacele de bază ale acestora;
- unitățile distribuitoare, pentru sistemele de distribuție existente sau noi, executate pentru persoane fizice sau juridice;
- beneficiari, prin personal autorizat;

Instalațiile de utilizare de uz casnic se verifică și se revizuiesc de unitățile distribuitoare.

Verificarea periodică a instalațiilor de utilizare constă din efectuarea următoarelor operațiuni:

- verificarea agregatelor, aparatelor de utilizare, arzătoarelor și a stării garniturilor de etanșare;
- curățirea arzătoarelor și înlocuirea celor defecte, neomologate sau fără agrement tehnic de utilizare;
- verificarea stabilității pe suporturi a conductelor montate aparent;
- verificarea etanșeității îmbinării conductelor și armăturilor, cu spumă de apă cu săpun, la presiunea gazului din instalație;
- verificarea funcționării instalațiilor și dispozitivelor auxiliare de pe instalația de utilizare și de pe instalația de alimentare cu energie electrică a acesteia, după caz;
- verificarea aparatelor de măsură, control, reglare și de siguranță, în conformitate cu instrucțiunile de specialitate;
- desființarea punctelor de consum fără aprobare legală și deconectarea tuturor ramificațiilor pentru acestea;
- verificarea funcționării echipamentului de reglare din instalațiile de utilizare ale beneficiarului;
- verificarea tirajului coșurilor și canalelor de evacuare a gazelor de ardere;
- verificarea stării răsuflătorilor;
- remedierea tuturor defecțiunilor constatate și înlocuirea elementelor defecte, fiind interzise cu desăvârșire soluțiile provizorii;
- verificarea stării construcțiilor care adăpostesc stațiile și posturile de reglare;

Cu ocazia verificărilor (reviziei), abonatul este obligat să prezinte unității distribuitoare de gaze dovada curățirii coșurilor de fum de către personalul specializat al unei societăți de specialitate; dovada nu va avea o vechime mai mare de 30 zile.

Montarea, întreținerea și verificarea contoarelor din sistemul de distribuție și înregistrarea consumului pentru plată se fac numai de unitatea distribuitoare, prin personal autorizat.

Unitatea distribuitoare de gaze naturale combustibile asigură activitatea permanentă pentru primirea reclamațiilor și remedierea defectelor intervenite în sistemul de distribuție și instalațiile de utilizare.

I. Instalații sanitare

Capitolul 7

Instalații de gaze petroliere lichefiate

7.1. Proprietățile principale ale gazelor petroliere lichefiate

Gazele petroliere lichefiate (simbol GPL) sunt folosite în instalațiile de ardere pentru obținerea energiei termice.

Gazele pertoliere lichefiate fiind depozitate (stocate) la presiuni maxime de 3...4 bar în recipiente mobile și de 17,7 bar în recipiente stabile pot fi folosite atât la aparatele de utilizare de uz casnic, becuri (tip Bunsen), arzătoare industriale etc., cât și în instalațiile de ardere ale cazanelor pentru obținerea agenților termici.

Gazele petroliere lichefiate sunt amestecuri de hidrocarburi, menținute în stare lichefiată în anumite condiții de presiune și temperatură. După ponderea cea mai mare a hidrocarburii conținută în amestec, gazele petroliere lichefiate cele mai folosite sunt: butanul, denumit aragaz (STAS 66) și propanul (STAS 8723).

Aragazul are următoarea compoziție chimică exprimată în procente volumetrice [% dintr-un m³ de GPL] în condiții normale (la presiunea p = 1,013 bar și temperatura T = 273,15 K): butan (C_4H_{10}) 90 %, propan (C_3H_8) 9 %, pentan (C_5H_{12}) 1 %. Admițând că amestecul conține 90 % butan și 10 % propan, participațiile volumice respective sunt:

$$r_{C_4H_{10}} = \frac{\frac{0,90}{58}}{\frac{0,90}{58}+\frac{0,10}{44}} = 0,87;$$
$$r_{C_3H_8} = \frac{\frac{0,10}{44}}{\frac{0,90}{58}+\frac{0,10}{44}} = 0,13 \qquad (7.1.1)$$

În condiții normale de presiune și temperatură, densitatea aragazului este $\rho = 2,63$ kg/m³N, densitatea relativă în raport cu aerul este $\delta = 2,03$, iar în raport cu apa, $\delta' = 0,569$.

Propanul este produs în două tipuri (notate I și II) care se deosebesc prin participațiile componenților în amestec. Compoziția chimică a propanului, exprimată în procente gravimetrice [% dintr-un kg de GPL] în condiții normale (p = 1,013 bar și T = 273,15 K), pentru tipul I, în paranteză pentru tipul II, este următoarea: propan 92 % (93,5 %), etan 5 % (2,5 %), propilenă 2% (2 %), butan 2 % (2 %). La temperatura de 15 °C și presiunea de 1,013 bar, densitatea propanului este ρ_S = 1,95 kg/m³ iar a propanului lichid ρ'_S = 0,50 kg/m³. În general, gazele petroliere lichefiate, având în stare gazoasă densitatea de circa două ori mai mare decât densitatea aerului, eventualele scăpări de gaze se vor acumula în părțile inferioare ale încăperilor, lucru de care se ține seama la amplasarea instalațiilor de GPL în clădiri, prin practicarea orificiilor de evacuare a scăpărilor de gaze la partea inferioară a ușilor sau pereților exteriori.

În stare lichidă, gazele petroliere lichefiate sunt de circa două ori mai ușoare decât apa. În consecință, particulele de apă din GPL se colectează pe fundul recipientului, de unde sunt evacuate prin purjare.

Prin destindere, de la presiunea din recipient până la presiunea atmosferică, gazele petroliere lichefiate vaporizează (butanul la -11,7 °C, propanul la -42 °C, la presiunea atmosferică normală de 760 mm Hg), fiind arse în fază gazoasă, în instalațiile casnice sau industriale.

Gazele petroliere lichefiate sunt incolore, inodore și combustibile. Pentru detectarea scăpărilor de gaze, în scopul evitării pericolelor de incendii și explozii, GPL se odorizează cu etil mercaptan.

7.2. Arderea gazelor petroliere lichefiate

Pe baza ecuației de ardere a hidrocarburilor (butan și propan) amplificată cu participațiile volumice corespunzătoare se obține:

- oxigenul minim necesar arderii complete a 1 m^3_N de gaz petrolier lichefiat, la starea normală fizică:

$$\dot{V}_{min} = 6,5\cdot 0,87 + 5\cdot 0,13 = 6,305 \ m^3_N/m^3_N \ \text{GPL} \qquad (7.2.1)$$

- volumul de aer minim necesar arderii (în aceleași condiții):

$$V_{min} = \frac{6,305}{0,21} = 30,02 \ \frac{m^3_N \text{aer}}{m^3_N \text{GPL}} \qquad (7.2.2)$$

- volumul real de aer necesar arderii, pentru valoarea coeficientului de exces de aer $\alpha = 1,21$:

$$V_{real} = \alpha \cdot V_{min} = 1,21 \cdot 30,02 = 36,3 \ \frac{m^3_N \text{aer}}{m^3_N \text{GPL}} \qquad (7.2.3)$$

- volumul gazelor de ardere:

$$V_g = 7r_{C3H8} + 9r_{C4H10} + V_{min} = 7\cdot 0,13 + 9\cdot 0,87 + 30,02 = 38,76 \ m^3_N \ \text{aer}/m^3_N \ \text{GPL} \qquad (7.2.4)$$

Temperatura maximă a flăcării este de *1895* °C, iar temperatura de aprindere în aer este de *490* °C. Puterea calorică inferioară a gazului petrolier lichefiat la starea normală fizică este de 45,6·10⁶ J/kg (sau 10900 kcal/kg), respectiv 119,7·10⁶ J/m^3_N (sau 28.600 kcal/m^3_N). Limitele de explozie ale amestecului de gaz lichefiat cu aerul sunt: inferioară 1,77 % gaz din volum, superioară 8,59 % gaz din volum. În proporție mai mare de 8,5 %, amestecul gaz-aer este puternic inflamabil. Datorită acestor proprietăți se introduc restricții la amplasarea instalațiilor de utilizare a gazelor petroliere lichefiate în interiorul clădirilor de locuit, social-culturale și industriale.

7.3. Materiale, aparate și butelii pentru gaze petroliere lichefiate

7.3.1. Țevi și fitinguri metalice

În instalațiile de gaze petroliere lichefiate se pot utiliza: țevi din oțel, fără sudură, pentru instalații (STAS 404/1); țevi din oțel, fără sudură, laminate la cald pentru construcții (STAS 404/2); țevi din oțel, sudate longitudinal, pentru instalații (STAS 7656); țevi din oțel, sudate longitudinal, pentru construcții (STAS 7657).

Pentru îmbinările filetate se folosesc fitinguri (coturi, teuri, mufe etc.) din fontă maleabilă. Etanșarea acestor îmbinări se face cu fuior de cânepă (STAS 1715); miniu de plumb (STAS 429) și ulei de in sicativat (STAS 16). Pentru executarea îmbinărilor sudate se folosesc: oxigen tehnic (STAS 2031); carbură de calciu tehnică (carbid) (STAS 102); sârmă din oțel pentru sudarea oțelurilor (STAS 1126); electrozi înveliți pentru sudarea oțelurilor (STAS 1125).

7.3.2 Racorduri flexibile

Racordurile flexibile se pot executa cu: tuburi din cauciuc (STAS 3078), pentru presiunile de 20 și 30 mbar; tuburi din cauciuc cu inserții textile (STAS 263) sau tuburi din cauciuc cu inserții metalice (STAS 8540) pentru presiuni mai mari de 30 mbar. Pentru fixarea tuburilor din cauciuc se folosesc coliere metalice.

7.3.3. Recipiente pentru gaze petroliere lichefiate

7.3.3.1 Recipiente mobile (butelii) pentru gaze petroliere lichefiate

Butelia pentru gaz petrolier lichefiat este un recipient metalic sub presiune, care are o capacitate de 26 l și un grad de umplere de 0,48 kg/l, adică într-o butelie se pot încărca *26·0,48=12,5* kg de gaz petrolier lichefiat. Presiunea nominală a gazelor este de 3...4 bar. Butelia plină are greutatea de 25,5 kg. Debitul maxim ce-l poate da o butelie depinde de temparatura ambiantă; de exemplu, la 20 °C, debitul cedat este de *0,5* kg/h. Buteliile se montează și se exploatează în încăperi în care temperatura nu depășește (*20...25* °C), astfel

că presiunea gazului din interior să nu depășească 10 bar.

Se folosesc două tipuri de butelii:

- butelia (vopsită în albastru), prevăzută cu capac filetat de protecție a robinetului; la baza corpului buteliei (fig. 7.3.1) se află sudat un suport pentru susținere în timpul funcționării și transportului; partea superioară a buteliei se termină cu un inel cu gaură filetată în interior pentru înșurubarea robinetului cu ventil și cu filet exterior pentru înșurubarea capacului prevăzut cu un mâner care se poate roti în jurul niturilor de articulație; capacul are rolul de a proteja robinetul cu ventil împotriva loviturilor mecanice în timpul transportului și manevrării buteliei;
- butelia (vopsită în galben), echipată cu gardă de protecție a robinetului, limitator de debit al gazelor evacuate din butelie și cu sigiliu post îmbuteliere.

Se utilizează: robinete cu cep, cu presiunea de lucru până la 1,0 bar (STAS 1055) și robinete de închidere cu cep și mufe, cu presiunea de lucru de la 0,1 bar până la 1,0 bar (STAS 1056).

7.3.3.2 Recipiente stabile pentru gaze petroliere lichefiate

Recipientul stabil de depozitare a gazului petrolier lichefiat (fig. 7.3.2) are forma cilindrică orizontală și este construit din oțel de calitate pentru a rezista la o presiune maximă de 17,7 bar. Capacitățile recipientelor sunt de 500, 1000, 1750, 3000 și 5000 l, iar dimensiunile principale corespunzătoare acestor capacități sunt redate în tabelul 7.3.1.

7.3.4. Armături

7.3.4.1 Robinete pentru conducte

Se utilizează: robinete cu cep, cu presiunea de lucru până la 1,0 bar (STAS 1055) și robinete de închidere cu cep și mufe, cu presiunea de lucru de la 0,1 bar până la 1,0 bar (STAS 1056).

De asemenea, se folosesc robinete cu ventil sferic, cu etanșare pe scaun din teflon, rezistente până la presiunea de 40 bar, care realizează închiderea și deschiderea rapidă și sigură.

Pe rețeaua de conducte cu diametre D_n = 15...50 mm se pot monta robinete de închidere cu ventil conic, având tijă ascendentă, filet exterior, jug și capac fixat în șuruburi (STAS 1357), precum și robinete cu sertar pană, monobloc, având tijă ascendentă, jug și capac fixat cu șuruburi.

7.3.4.2 Robinete pentru butelii de gaze petroliere lichefiate

Robinetele cu ventil utilizate la buteliile pentru gaze petroliere lichefiate (fig. 7.3.3) se execută în două tipuri: cu membrană sau tip I (fig. 7.3.3 a) și cu garnitură sau tip II (fig. 7.3.3 b). Ambele tipuri de robinete se compun din: corpul prevăzut la partea inferioară cu filet exterior pentru înșurubarea în inelul buteliei, tija ventilului realizat dintr-o pastilă din ebonită, roata de manevră a tijei ventilului, racordul prevăzut cu filet exterior în care se înșurubează fie o piuliță având rolul de capac de siguranță în timpul transportului și manevrării buteliei, fie reductorul de presiune în timpul funcționării buteliei.

La robinetul cu membrană (fig. 7.3.3 a) deschiderea ventilului se face prin acționare manuală a roții de manevră, mișcarea transmițându-se la tijă prin membrană; prin deschiderea ventilului, gazul trece din butelie, printr-un canal, spre racordul de ieșire. La robinetul cu garnitură torică (fig. 7.3.3 b) deschiderea ventilului se face, de asemenea, prin acționarea manuală a roții de manevră și a tijei, mișcarea transmițându-se la ventil prin intermediul garniturii torice și gazul va trece din butelie printr-un canal spre racordul de ieșire.

Etanșarea spațiului dintre tijă și corpul robinetului (fig. 7.3.3) se face cu o garnitură.

Tabelul 7.3.1. Dimensiunile principale ale recipientelor stabile de depozitare a gazelor petroliere lichefiate

Capacitatea recipientului [l]	Diametrul interior D [mm]	L [m]	H [m]
500	800	1400	1100
1000	800	2600	1100
1750	1000	2500	1200
3000	1200	2900	1400
5000	1200	4700	1400

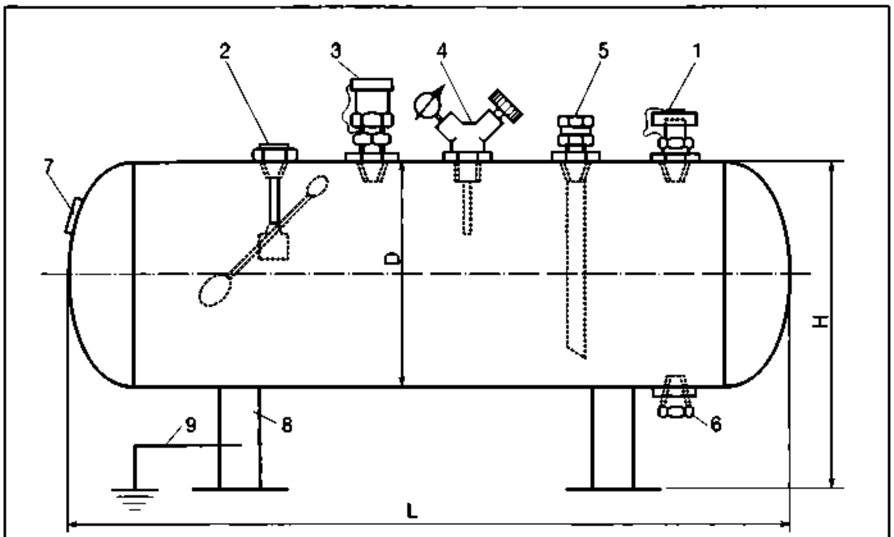


Fig. 7.3.2. Recipient stabil de depozitare a gazelor petroliere lichefiate : 1 – supapă de umplere; 2 – indicator de nivel cu semnalizare continuă; 3 – supapă de siguranță cu arc; 4 – grup de supape multiple (multivalve) pentru prelevare GPL în fază gazoasă; 5 – dispozitiv de prelevare GPL în fază lichidă; 6 – supapă de evacuare (purjare); 7– placă de timbru; 8 – suportul rezervorului; 9 – legătura la pământ.

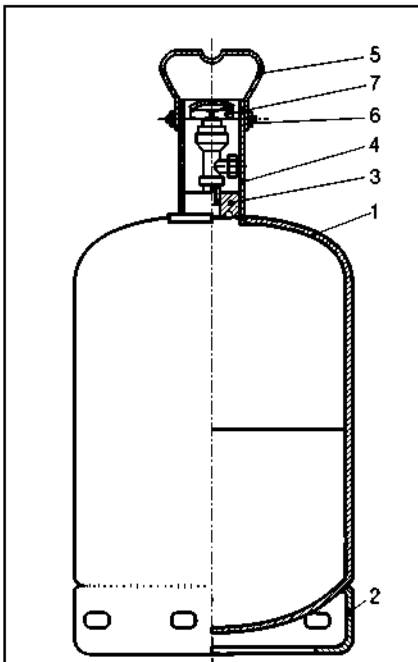


Fig. 7.3.1. Butelie pentru gaz petrolier lichefiat: 1 – corp; 2 – suport; 3 – inel; 4 – capac; 5 – mâner; 6 – nit de articulație; 7 – robinet cu ventil.

7.3.4.3 Armături pentru recipiente stabile de gaze petroliere lichefiate

Supapa de umplere se montează la partea superioară a rezervorului și este prevăzută cu dublă închidere automată. Capătul superior al supapei are un filet trapezoidal care permite prinderea mânerului de transvazare și racordarea pompei de umplere de la bordul cisternei. Supapa de umplere se deschide sub acțiunea presiunii exercitată de greutatea pompei de transvazare. La terminarea alimentării, pompa se demontează de la supapă și obturatorii de etanșeitate ai supapei revin la poziția inițială, asigurând o dublă închidere automată a supapei de umplere.

Indicatorul de nivel cu semnalizare continuă are un sistem de afișare cu cadran și ac indicator, care permite, în orice moment, determinarea cantității de GPL exprimată în procente din volumul total. Rezervorul trebuie să conțină un procent maxim de 80 % GPL din volumul său geometric. Indicatorul de nivel cu semnalizare continuă se montează la partea superioară a rezervorului, fiind prevăzut cu flanșe și patru șuruburi de strângere, etanșeitatea fiind asigurată de o garnitură specială din cauciuc.

Supapa de siguranță cu arc este cuplată cu o sub-supapă și are rolul de a proteja recipientul stabil de GPL contra unor suprapresiuni accidentale față de presiunea de regim.

Grupul de serviciu pentru prelevare GPL în fază gazoasă, denumit și *grupul de supape multiple (multivalve)* este un bloc unitar, compus din: supapa de prelevare a GPL în fază gazoasă, supapa de preaplin, supapa cu dublă închidere, manometrul de control și flanșa pe care este montat manometrul etalon pentru calibrarea manometrului de control al presiunii GPL din recipient.

Supapa de prelevare a GPL în fază gazoasă funcționează prin acționare manuală și este dotată în interior cu o supapă automată pentru excesul de flux de GPL, care are rolul de a închide automat ieșirea gazului prin supapa de prelevare în cazul creșterii instantanee și considerabile a consumului de gaz, sau accidental, în cazul ruperii conductei de prelevare. În cazul unei absențe a gazului survenite pe neașteptate, se procedează la închiderea manuală a supapei de prelevare, se controlează existența GPL în rezervor și se efectuează verificarea minuțioasă a conductelor de alimentare cu GPL și a aparatelor de utilizare. Odată identificată și eliminată cauza ce a provocat închiderea supapei de exces de flux de GPL, instalația se repune în funcțiune, prin deschiderea treptată, foarte atentă, a supapei de prelevare a GPL.

Supapa de preaplin are atașat un tub de lungime adecvată, astfel încât, în faza de umplere a rezervorului, permite verificarea limitei maxime de umplere, prin apariția unor mici scurgeri de GPL lichid.

Supapa cu dublă închidere permite obținerea echilibrului presiunilor, atunci când, în mod special, se folosește reîntoarcerea în rezervor a GPL în fază gazoasă.

Manometrul de control are scala gradată de la 0 la 25 bar, cu un semn roșu la presiunea de 17,7 bar (presiunea maximă admisă a GPL în rezervor).

Dispozitivul de prelevare a GPL în faza lichidă se compune dintr-o supapă cu sens unic, având la capătul superior (în exteriorul rezervorului) un dop de închidere și la capătul inferior un tub introdus în rezervor pentru prelevarea GPL în faza lichidă. Pentru racordarea dispozitivului la un vaporizator de GPL, se scoate dopul și se montează în locul lui, un robinet cu acționare manuală, racordat la o supapă automată pentru exces de flux de GPL, a cărei funcționare a fost descrisă mai sus.

Supapa de evacuare se montează la partea inferioară a rezervorului de GPL și are rolul de a elimina apa și impuritățile din rezervor, prin purjare periodică.

7.3.5. Regulatoare de presiune pentru gaze petroliere lichefiate

Regulatoarele de presiune pentru butelii de gaze petroliere lichefiate (fig. 7.3.4) servesc pentru reducerea și reglarea presiunii gazului prin efectul de laminare, de la presiunea gazului din butelie de 3...4 bar la presiunea de utilizare care poate fi de 20, 30, 60 sau 100 mbar, în funcție de tipul arzătorului sau aparatului de utilizare. Regulatorul de presiune constă dintr-o cutie etanșă, având o membrană metalică pe care acționează la partea superioară arcul de reglare, iar la partea inferioară presiunea gazului. Orificiul de trecere a gazului, aflat în fundul unui ghidaj în racordul de intrare, este deschis mai mult sau mai puțin de către o bilă fixată la capătul pistonului cu canale. O pârghie cotită are axul fixat pe fundul cutiei, iar brațul său lung articulat la membrană; brațul scurt al pârghiei se află în contact cu pistonul regulatorului.

În cazul creșterii presiunii la ieșirea gazului din regulator, membrana este presată de arc și coboară, astfel pârghia acționează pistonul care deschide orificiul de evacuare a gazului. În acest fel, este lăsată să treacă o cantitate de gaze care va mări presiunea asupra membranei. Dacă această presiune crește peste limita admisă, forța dată de presiunea gazului asupra membranei devine mai mare decât forța exercitată de arc; fiind astfel comprimat, arcul ridică prin tija sa brațul lung al pârghiei și ca urmare, brațul stâng al acesteia împinge pistonul spre orificiul

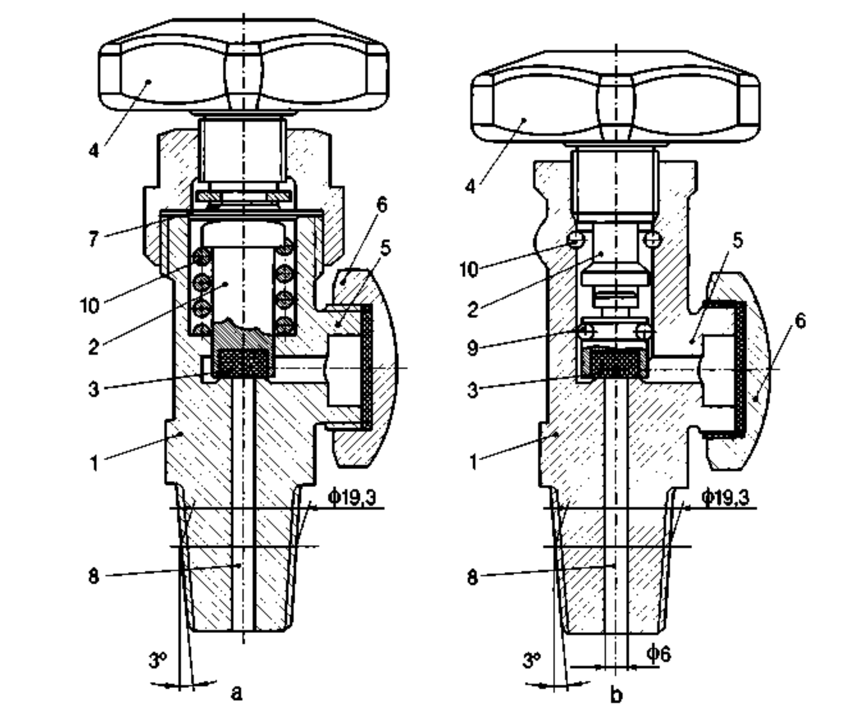


Fig. 7.3.3. Robinete cu ventil pentru butelii de gaz petrolier lichefiat:
a – cu membrană; b – cu garnitură torică;
1 – corp; 2 – tijă; 3 – ventil; 4– roată de manevră a tijei ventilului; 5 – racord; 6 – piuliță; 7 – membrană; 8 – canal; 9 – garnitură torică; 10 – garnitură de etanșare.

de evacuare, pe care îl închide, oprind astfel admisia gazului.

Reglarea presiunii de către regulatorul de presiune constă în menținerea presiunii reglate (presiunea de utilizare) la o valoare practic constantă în condițiile debitului variabil de gaz ce trece prin regulator, ca urmare a punerii sau scoaterii din funcțiune (aprinderea sau stingerea) a unuia sau mai multor arzătoare pe care le alimentează cu gaz.

După tipul aparatelor de utilizare a gazului petrolier lichefiat regulatoarele de presiune se folosesc astfel, în funcție de presiune:

- 20 mbar, pentru aparatele casnice (reșouri, mașini de gătit etc.), becuri de laborator (tip Bunsen sau similare) și alte aparate care au un bun acces al aerului necesar arderii complete a gazelor;
- 30 mbar, pentru încălzitoarele instantanee de apă caldă de consum;
- 60 mbar, pentru arzătoarele și aparatele de utilizare la care accesul aerului secundar necesar arderii se face mai greu (calandre, pupinele medicale etc);
- 100 mbar, pentru arzătoare industriale, arzătoare pentru cazane etc.

Presiunile reglate pot fi menținute constante numai până la limita superioară a debitului pentru care a fost construit regulatorul de presiune și care este de 0,5 kg/h gaz petrolier lichefiat (aragaz).

În instalațiile de GPL (propan) depozitate în recipiente stabile, se folosesc regulatoare (reductoare) de medie presiune, cu presiunea de intrare p_i = 1,7...18,0 bar și presiunea de ieșire, p_e = 1,5 bar, având diametrele nominale D_n = 15...50 mm, precum și reductoare de joasă presiune, cu p_i = 0,2...1,5 bar, p_e = 30 mbar și D_n = 15...50 mm.

7.3.6. Contoare de gaze petroliere lichefiate

Se folosesc contoarele volumetrice, cu presiuni de lucru de 30 mbar și debite sub 5 m^3_N/h. Diametrele uzuale ale racordurilor contoarelor sunt D_n = 15...50 mm. Corpul contorului se execută din oțel carbon, iar mecanismul interior din materiale rezistente la acțiunea propanului.

Contoarele pentru gazele naturale pot fi folosite și pentru gaze petroliere lichefiate, dar se ține seama de faptul că GPL deteriorează cauciucul natural și de aceea, garniturile, membranele și tuburile flexibile trebuie confecționate din materiale rezistente la acțiunea GPL, cum sunt: teflon, cauciuc sintetic, masticuri speciale etc.

7.3.7. Arzătoare și aparate de utilizare pentru gaze petroliere lichefiate

Se folosesc: aparate de gătit pentru uz casnic (STAS 3613); arzătoare de uz casnic (STAS 995); aparate de gătit pentru uz public, încălzitoare instantanee pentru apa caldă, becuri de laborator, alte tipuri de arzătoare sau aparate de utilizare, produse în țară sau din import care sunt omologate și au agrement tehnic.

7.4. Instalații interioare de utilizare a gazelor petroliere lichefiate

7.4.1. Soluții constructive și scheme pentru instalațiile interioare de utilizare a gazelor petroliere lichefiate

Prin instalație de utilizare a gazelor petroliere lichefiate se înțelege ansamblul constituit după caz, din butelii, regulatoare de presiune, conducte, armături, furtunuri de cauciuc, aparate de utilizare și accesorii montate în incinta unui consumator.

Din punct de vedere al utilizării (destinației consumului), instalațiile de gaze petroliere lichefiate se împart în:

- *instalații de uz casnic,* amplasate în gospodării individuale și destinate pentru prepararea hranei și a apei calde de consum cu ajutorul aparatelor de utilizare construite special în acest scop (mașini de gătit, plite, aparate încălzitoare pentru apa caldă de consum etc.);
- *instalații de uz industrial,* amplasate în interiorul platformelor, halelor sau atelierelor industriale și destinate pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate în procesul de producție;
- *instalații de uz public,* amplasate în instituții, unități comerciale și de servire, anexe administrative și sociale ale întreprinderilor industriale etc. și destinate pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate în diferite aparate de utilizare (calandre, becuri Bunsen, Teclu sau similare, aparate medicale etc.).

Pentru uz casnic este permisă utilizarea a maximum 2 butelii într-o încăpere. Pentru uz public și industrial este permisă utilizarea a maximum 6 butelii pe același etaj (palier) cu respectarea măsurilor de securitate împotriva incendiilor sau exploziilor, dar în aceeași încăpere de pe același palier nu se pot instala mai mult de 3 butelii.

După mărimea debitului de gaz petrolier consumat, se disting:

- *instalații locale de gaze petroliere lichefiate,* amplasate în interiorul clădirilor în imediata apropiere a consumatorilor;
- *instalații centrale de gaze petroliere lichefiate,* compuse din instalații de depozitare a GPL în recipiente mobile sau stabile, rețele exterioare și instalații interioare de utilizare a gazelor petroliere lichefiate.

Din punct de vedere al modului de racordare a aparatelor de utilizare, instalațiile de gaze petroliere lichefiate pot fi:

- *instalații cu racord rigid,* la care legătura la aparatele de utilizare se realizează cu conducte metalice;
- *instalații cu racord flexibil,* la care legătura între recipientele mobile (butelii) și aparatele de utilizare se realizează cu furtun din cauciuc (cu inserție din pânză sau inserție metalică, după caz).

7.4.1.1 Instalații interioare de gaze petroliere lichefiate cu conducte din țevi din oțel

Instalațiile interioare cu conducte din țevi din oțel se adoptă în cazul alimentării cu GPL din rezervoare stabile sau când numărul aparatelor de utilizare instalate este mai mare decât numărul maxim admis de butelii ce pot fi amplasate în aceeași încăpere.

În fig. 7.4.1 se prezintă amplasarea

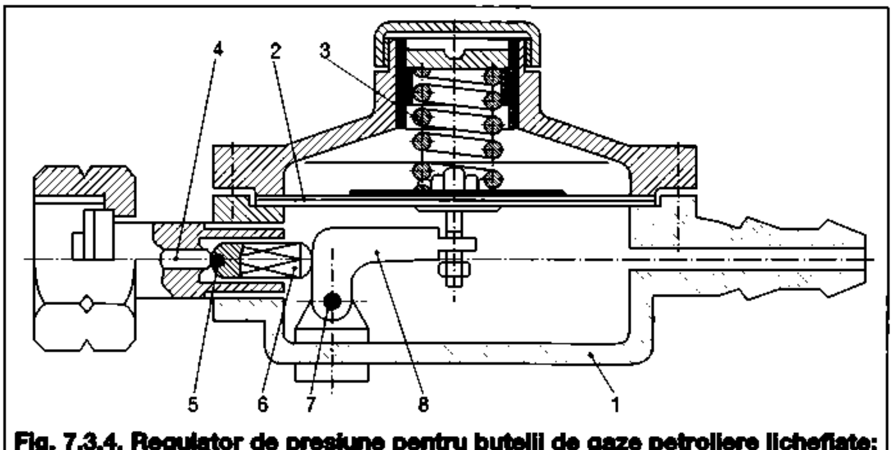


Fig. 7.3.4. Regulator de presiune pentru butelii de gaze petroliere lichefiate: 1 – cutie etanșă; 2 – membrană metalică; 3 – arc de reglare; 4 – orificiu; 5 – bilă; 6 – piston cu canale; 7 – axul pârghiei; 8 – pârghie cotită.

în plan și schema izometrică a instalației interioare de GPL cu conducte din țevi din oțel și un număr maxim de 3 butelii pe același nivel al unui spital.

În fig. 7.4.2 este redată schema generală a instalației de depozitare a GPL în recipiente mobile și rețeaua de conducte de distribuție din țevi din oțel. Instalația (fig. 7.4.2) se compune din: butelii prevăzute cu robinete cu ventil și reductoarele de presiune, racordate prin furtunuri din cauciuc cu lungimea de 0,6 m fiecare, la ștuțurile sudate pe un distribuitor și prevăzute cu racorduri pentru furtun. Gazele petroliere lichefiate trec din butelii în colector și de aici sunt distribuite prin conducta principală de distribuție și conductele de racord la aparatele de utilizare. Racordarea conductei principale la colector se face prin intermediul unei mufe cu filet stânga-dreapta pentru a putea fi demontată cu ocazia revizuirii instalației sau pentru reparații (când este cazul). Între distribuitor și conducta principală se montează un robinet cu cep numit robinet principal, iar după acest robinet se montează un manometru indicator pentru citirea presiunii gazelor din conducta de distribuție.

În instalațiile industriale de utilizare a gazelor petroliere lichefiate, amplasarea buteliilor este permisă numai în încăperi situate la nivelul sau deasupra solului. Distanțele între butelii și aparatele de utilizare sunt limitate în funcție de temperaturile suprafețelor exterioare ale aparatelor de utilizare și anume: 1 m pentru temperaturi sub 120 °C; 2 m pentru temperaturi între 200 și 300 °C; minimum 5 m pentru temperaturi ale suprafețelor exterioare ale aparatelor de utilizare mai mari de 300 °C sau când flacăra radiază direct asupra buteliei. În toate cazurile, legătura între aparatele de utilizare și instalația de gaze se face prin conducte cu țevi din oțel.

Este interzisă amplasarea buteliilor:
- în locuri în care sunt supuse acțiunii directe a razelor solare, în încăperi cu mediu corosiv sau cu temperatura de peste 35 °C;
- în aceeași încăpere cu buteliile pentru alte gaze care pot produce, în amestec, reacții periculoase.

7.4.1.2 Instalații locale de gaze petroliere lichefiate, cu racorduri flexibile

Se compun din (fig. 7.4.3): butelie, robinetul cu ventil, reductorul de presiune și furtunul de cauciuc care face legătura cu aparatul de utilizare.

Instalațiile locale dotate cu aparate de utilizare de uz casnic folosind arzătoare cu flacăra liberă pot fi amplasate în încăperi fără coș de evacuare a gazelor de ardere; restul aparatelor de utilizare a gazului petrolier lichefiat trebuie prevăzute cu coș de evacuare a gazelor de ardere, racordarea la coș făcându-se prin burlane metalice.

Înainte de instalarea aparatului de utilizare a gazului petrolier lichefiat și montarea burlanelor pentru evacuarea gazelor de ardere, trebuie verificat dacă coșul respectiv îndeplinește condițiile pentru asigurarea unui tiraj normal al aparatului (să nu fie înfundat, să nu aibă crăpături etc.). Burlanele se montează pe trasee scurte (minimum 40 și maximum 250 cm) și drepte, pe cât posibil vertical spre coșul de evacuare. Burlanele și piesele lor de legătură se îmbină unul cu altul în sensul curgerii gazelor de ardere. La trecerea burlanelor prin pereți din materiale combustibile se prevede o izolație ignifugă (contra incendiilor). Colectarea gazelor de ardere de la două aparate diferite într-un burlan comun (de exemplu, două sobe) se face folosind o piesă de racordare în unghi ascuțit. Burlanul se introduce în coșul de evacuare a gazelor de ardere printr-un ștuț din tablă prevăzut cu o rozetă, astfel ca secțiunea liberă a coșului să nu fie micșorată prin

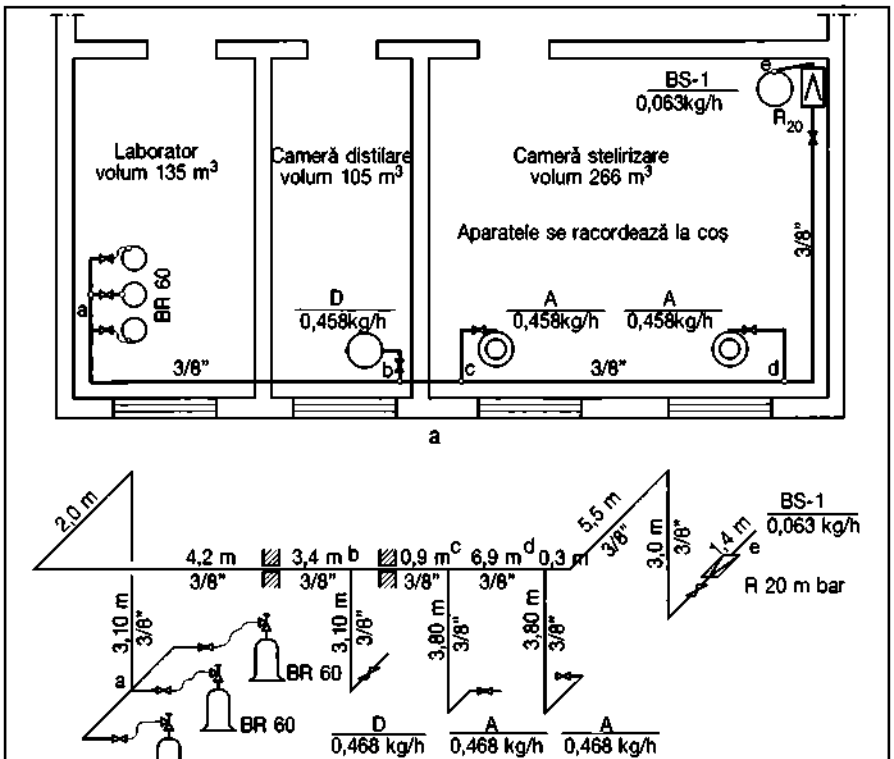


Fig. 7.4.1. Instalația interioară de gaze petroliere lichefiate cu recipiente mobile (butelii) și țevi din oțel, pentru un spital:
a – vedere în plan; b – schema izometrică a instalației;
BR – butelie de gaz petrolier lichefiat cu regulator de presiune de 60 mbar;
A – autoclavă; D – distilator; BS-1 – bec suflător pentru gaz petrolier lichefiat.

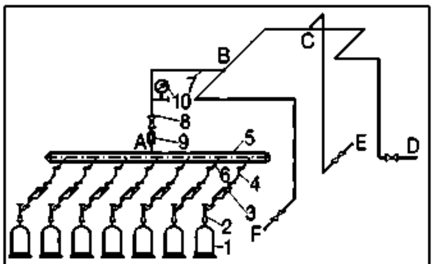


Fig. 7.4.2. Schema instalației de depozitare a GPL în recipiente mobile și rețea de distribuție cu țevi din oțel :
1 – butelie; 2 – robinet cu ventil;
3 – reductor de presiune; 4 – furtun din cauciuc cu inserție din pânză;
5 – distribuitor; 6 – ștuț cu port–furtun; 7 – conducta principală de distribuție; 8 – robinet cu cep;
9 – îmbinare demontabilă (mufă dublă); 10 – manometru.

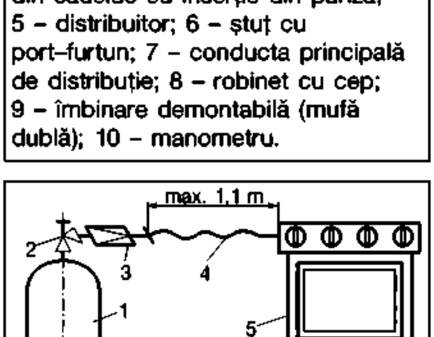


Fig. 7.4.3. Instalație locală de gaz petrolier lichefiat, cu racord flexibil:
1 – butelie; 2 – robinet cu ventil;
3 – reductor (regulator) de presiune;
4 – furtun din cauciuc;
5 – aparat de utilizare.

aceasta. Burlanele trebuie fixate pentru ca să nu se desfacă din îmbinări. Coșurile de evacuare a gazelor de ardere se înaltă cu 0,5...1 m deasupra acoperișurilor și se prevăd cu dispozitive de protecție care să impiedice influența nefavorabilă a vântului.

Instalațiile locale de gaze petroliere lichefiate se amplasează în încăperi cu aerisire permanentă situate la nivelul sau deasupra solului și lipsite de surse de încălzire cu flacără liberă. Distanța dintre o butelie de gaz petrolier lichefiat și o sursă de încălzire trebuie să fie de minimum 2 m.

7.4.2. Dimensionarea conductelor cu țevi din oțel pentru instalații de gaze petroliere lichefiate

Se face în funcție de debitul de calcul și de căderea de presiune disponibilă.

Debitul de calcul $\dot{M}$ [kg/h] reprezintă suma debitelor nominale ale tuturor aparatelor de utilizare, adăugându-se (după caz) și rezervele de viitor.

Debitul nominal al unui aparat [kg/h], reprezintă cantitatea de gaz, în stare normală (0 °C și 1,01325 bar ≈ 760 mm Hg), care trece într-o oră prin aparat, la presiunea nominală de funcționare.

Debitele nominale ale aparatelor de utilizare se vor lua din standarde, cataloage sau prospectele firmelor producătoare.

Numărul buteliilor necesare alimentării unei instalații se determină în funcție de debitul de calcul, astfel ca sarcina de debitare a unei butelii să nu depășească 0,5 kg/h gaz.

Căderea de presiune disponibilă Δp_d [mbar] reprezintă diferența dintre presiunile gazului la cele două extremități ale traseului cel mai lung.

Căderea de presiune unitară medie ΔH_m [mbar/m] reprezintă căderea de presiune medie pe metru liniar de conductă:

$$\Delta H_m = \frac{\Delta p_d}{L} \quad \text{[mbar/m]} \qquad (7.4.1)$$

în care:

$L = l + l_e$ [m] (7.4.2)

L - este lungimea de calcul a conductei l, fiind lungimea fizică a acesteia,

l_e - lungimea echivalentă rezistențelor locale.

Pentru instalațiile interioare de gaze petroliere lichefiate se consideră:

$l_e = 0{,}20 \cdot l$, astfel că

$L = 1{,}2 \cdot l$ (7.4.3)

Cunoscând căderea de presiune unitară medie ΔH_m, pentru dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină se utilizează tabelul 7.4.1, din care se deduce diametrul D_i [mm] care corespunde debitului de gaz cel mai apropiat de debitul de calcul al tronsonului respectiv și valoarea efectivă ΔH.

Se determină apoi, căderea de presiune efectivă Δp_{ef}, aplicând pentru fiecare tronson relația:

$\Delta p_{ef} = \Delta H \cdot L$ [mbar] (7.4.4)

Se însumează căderile de presiune efective pe tronsoanele care alcătuiesc traseul principal cel mai dezavantajat și se verifică condiția:

$\Sigma \Delta p_{ef} < \Delta p_d$ [mbar] (7.4.5)

Dacă relația 7.4.5 nu se verifică, se corectează diametrele anumitor tronsoane, cu condiția ca aceste diametre să fie mai mici, cel mult egale cu diametrele anumitor tronsoane precedente, începând de la stația de distribuție spre aparatele de utilizare a gazului petrolier lichefiat.

Ramificațiile rețelei se dimensionează cunoscând presiunile disponibile în nodurile traseului principal; se urmărește consumarea integrală a căderii de presiune disponibilă pe oricare dintre ramificațiile rețelei de conducte.

Regulatorul de presiune este astfel ales, încât căderea de presiune disponibilă să fie de 10 % din presiunea nominală de funcționare a aparatului.

Exemple de calcul

Exemplul de calcul 1: Se dimensionează conductele și se efectuează calculul pierderilor totale de sarcină pentru instalația de gaze petroliere lichefiate aferentă unui spital, a cărei reprezentare în plan este redată în fig. 7.4.1 a și în schema izometrică din fig. 7.4.1 b cunoscând următoarele date:

- debitele nominale: pentru autoclavele A: $\dot{M}_{nA} = 0{,}468$ kg/h; pentru distilatorul D: $\dot{M}_{nD} = 0{,}468$ kg/h; pentru becul tip BS-1: $\dot{M}_{nB} = 0{,}063$ kg/h;
- lungimile tronsoanelor care alcătuiesc rețeaua de conducte sunt indicate pe fig. 7.4.1 b;
- arzătoarele instalate la autoclave și distilatoare funcționează cu gaze petroliere lichefiate la presiunea de 60 mbar, iar becul tip BS-1 la presiunea de 20 mbar;
- căderea de presiune disponibilă pentru dimensionarea conductelor va fi 5 % din presiunea nominală de funcționare, adică $\Delta P_d = 0{,}05 \cdot 60 = 3$ mbar.

Rezolvare. Se determină lungimea fizică totală a traseului cel mai dezavantajat (cel mai lung), care este format din tronsoanele *ab, bc, cd, de* (fig. 7.4.1 b) și se obține l = 30,7 m

Rezultă lungimea de calcul a traseului cel mai dezavantajat

$L = 1{,}2 \cdot l = 1{,}2 \cdot 30{,}7 = 36{,}84$ [m] (7.4.6)

Căderea de presiune unitară medie, conform relației 7.4.1 este:

$\Delta H_m = 3/36{,}84 = 0{,}081$ [mbar/m] (7.4.7)

Rezultatele calculelor de dimensionare a conductelor și ale pierderilor totale de sarcină (folosind tabelul 7.4.1) sunt date în tabelul 7.4.2 din care rezultă ΔP_{ef} =3,35 mbar pe traseul principal față de P_d = 3 mbar, deci condiția $\Delta P_{ef} < \Delta P_d$ este îndeplinită.

Dimensionarea ramificațiilor *bf, cg* și *dh* s-a efectuat pentru presiunile disponibile în nodurile *b, c* și *d;* se observă (tabelul 7.4.2) că pierderile totale de sarcină sunt mai mici decât căderile de presiune disponibile, astfel că excesul de presiune se consumă prin robinetele montate la aparatele de utilizare.

Tabelul 7.4.1. Calculul conductelor de gaze lichefiate (densitatea gazului petrolier lichefiat ρ = 2,49 kg/m³ la temperatura de 14 °C; densitatea relativă în raport cu aerul δ = 2,03)

D_i [mm]	12,50	15,75	21,55	27,00	35,75	41,25	52,50
D_n [in]	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
ΔH [mbar/m]	Debite [kg/h]						
0,01	0,38	0,73	1,65	3,16	6,78	10,00	19,23
0,02	0,55	1,05	2,37	4,56	9,73	14,33	
0,03	0,68	1,30	2,94	5,63	12,00	17,66	
0,04	0,80	1,50	3,41	6,53	13,91		
0,05	0,89	1,69	3,83	7,33	15,60		
0,06	0,98	1,86	4,20	8,05	17,13		
0,07	1,07	2,01	4,55	8,72	18,53		
0,08	1,14	2,16	4,88	9,33	19,83		
0,09	1,22	2,29	5,18	9,91	21,07		
0,10	1,28	2,42	5,47	10,46	22,23		
0,11	1,35	2,54	5,74	10,98	23,33		
0,12	1,41	2,66	6,00	11,48	24,39		
0,13	1,47	2,77	6,25	11,96	25,40		
0,14	1,53	2,88	6,49	12,42			
0,15	1,58	2,98	6,73	12,86			
0,16	1,64	3,08	6,95	13,29			

Exemplul de calcul 2 Se efectuează calculul rețelei de conducte cu țevi din oțel pentru distribuția gazelor petroliere lichefiate aferente unei hale industriale, cunoscând că debitele necesare în punctele de racord *D, E* și *F* (fig. 7.4.2) la instalațiile interioare au următoarele valori: $\dot{M}_D$ = *3,120* kg/h; $\dot{M}_E$ = *0,624* kg/h; $\dot{M}_F$ = 1,560 kg/h. Căderea de presiune disponibilă pentru dimensionarea conductelor exterioare este 5 mbar. Lungimile fizice ale tronsoanelor de conducte sunt indicate în tabelul 7.4.3.

Rezolvare. Lungimea fizică totală a traseului cel mai dezavantajat *ABCD* este *81,1* m, iar lungimea de calcul $L = 1{,}2 \cdot 81{,}1 = 97{,}32$ m. Căderea de presiune unitară medie, conform relației 7.4.1 este: $\Delta H_m = 5/97{,}32 = 0{,}05$ mbar/m. Rezultatele calculelor de dimensionare a conductelor și ale pierderilor totale de sarcină sunt redate în tabelul 7.4.3. Se observă că ΔP_{ef} = = 4,851 mbar deci $\Delta P_{ef} < \Delta P_d$.

Ramificațiile *CE* și *BF* se calculează cunoscând presiunile disponibile din nodurile *C* și *B*, respectiv căderile de presiune disponibile de 2,121 mbar pentru ramificația *CE* și 3,819 mbar pentru ramificația *BF*. Din tabelul 7.4.3 se constată că aceste căderi de presiuni disponibile sunt consumate aproape integral pe ramificațiile respective.

Cunoscând că debitul de gaz petrolier lichefiat al unei butelii este de 0,5 kg/h și că debitul necesar al instalației este de *5,304* kg/h, rezultă numărul de butelii: $n = 5{,}304/0{,}5 = 10{,}608 \approx 11$ butelii. Diametrul distribuitorului la care se racordează cele 11 butelii va fi de $1^{1/4}$".

7.5. Instalații exterioare de gaze petroliere lichefiate

7.5.1. Instalații de depozitare în recipiente mobile (butelii) a gazelor petroliere lichefiate

7.5.1.1 Schema generală și funcționarea instalației de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate

În cazul instalațiilor de uz industrial sau de uz public care necesită un număr de 7 sau mai multe butelii, se adoptă soluția de depozitare a GPL în recipiente mobile grupate într–o stație de distribuție, a cărei schemă generală este redată în fig. 7.4.2, având capacitatea maximă de 25 de butelii. Numărul maxim de 25 butelii este stabilit din considerații de securitate împotriva exploziilor și incendiilor.

Punerea în funcțiune a instalației se face în următoarea ordine de deschidere (fig. 7.4.2):

- robinetele cu ventil ale buteliilor;
- robinetul principal de pe conducta de distribuție;
- robinetele de pe conductele de derivație sau de racord la aparatele de utilizare;
- robinetele de manevră ale aparatelor de utilizare; scoaterea din funcțiune a instalației se face prin închiderea robinetelor în ordinea în care s-a făcut punerea în funcțiune.

7.5.1.2 Construcția instalației de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate

Instalațiile de depozitare a gazelor petroliere lichefiate în recipiente mobile se amplasează într-o clădire proprie, supraterană și neetajată. Nu este permis ca aceasta să fie înglobată în clădirea în care se utilizează gaze petroliere lichefiate. Clădirea se admite să fie alipită pe maximum două laturi de clădirea în care se utilizează gaze, cu excepția secțiilor care prezintă pericole de incendii.

Stațiile de distribuție de la spitale pot fi alipite, pe o latură, de clădirea spitalului, cu condiția ca distanța până la camerele de spitalizare sau de operații să fie de minimum 25 m.

Distanțele de siguranță dintre clădirea stației de distribuție a gazelor petroliere lichefiate și alte clădiri, drumuri și instalații de producție montate în aer liber sunt indicate în tabelul 7.5.1.

Pereții de care se face alipirea stației de distribuție trebuie să fie rezistenți la explozie, să nu aibă goluri (uși sau ferestre) pe o distanță de 5 m în jurul stației și să asigure izolarea la transmiterea căldurii, în condițiile unui incendiu în încăperile vecine.

Clădirea stației de distribuție se construiește din zidărie de cărămidă sau beton, fără pod, cu acoperișul din material ignifugat, învelit cu tablă sau azbociment etc. (în nici un caz din beton). Suprafața încăperii în care se instalează buteliile va fi de minimum 7 m² pentru un grup de 7 butelii, adăugându-se câte 0,6 m² pentru fiecare butelie instalată în plus. Pardoseala se execută din beton, plană și nealunecoasă, și se acoperă cu un strat dintr-un material care să nu producă scântei la lovire.

Buteliile se amplasează pe un singur rând (pe verticală) și se așează pe grătare confecționate din lemn ignifugat. Înălțimea stației este de minimum 2,5 m.

La stațiile alipite pe o singură latură, ușile și ferestrele vor fi amplasate pe peretele opus clădirii de care se face alipirea. La stațiile alipite pe maximum două laturi, ușile și ferestrele vor fi amplasate pe unul din pereții exteriori și

Tabelul 7.4.2. Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor de sarcină, pentru instalația de gaze petroliere lichefiate aferentă unui spital (exemplul de calcul 1)

Tronsonul	$\dot{M}_c$ [kg/h]	Lungimea [m] fizică l	echivalentă $l_c = 0{,}2 \cdot l$	de calcul L	D [in]	ΔH [mbar/m]	$\Delta P_{ef} = L \cdot \Delta H$ [mbar]	$\Sigma(\Delta P)_{ef}$ [mbar]
Traseul principal								
ab	1,467	12,70	2,54	15,24	3/8	0,13	1,98	1,98
bc	0,999	0,90	0,18	1,08	3/8	0,07	0,08	2,06
cd	0,531	6,90	2,38	8,28	3/8	0,02	0,17	2,23
de	0,063	10,20	2,04	12,24	3/8	0,01	0,12	2,35
Ramificația *bf* ΔP_d = 0,37 mbar								
bf	0,468	3,10	0,62	3,72	3/8	0,02	0,07	0,07
Ramificația *cg* ΔP_d = 0,29 mbar								
cg	0,468	3,80	0,76	4,56	3/8	0,02	0,09	0,09
Ramificația *dh* ΔP_d = 0,12 mbar								
dh	0,468	3,80	0,76	4,56	3/8	0,02	0,09	0,09

Tabelul 7.4.3. Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor totale de sarcină, pentru rețeaua conductelor de distribuție a gazelor petroliere lichefiate aferentă unei hale industriale (exemplul de calcul 2)

Tronsonul	$\dot{M}_c$ [kg/h]	Lungimea [m] fizică l	echivalentă $l_c = 0{,}2 \cdot l$	de calcul L	D [in]	ΔH [mbar/m]	$\Delta P_{ef} = L \cdot \Delta H$ [mbar]	$\Sigma(\Delta P)_{ef}$ [mbar]
Traseul principal								
AB	5,304	8,6	1,72	10,32	3/4	0,10	1,032	1,032
BC	3,744	28,3	5,66	33,96	3/4	0,05	1,698	2,730
CD	3,120	44,2	8,84	53,04	3/4	0,04	2,121	4,851
Ramificația CE ΔP_d = 2,121 mbar								
CE	0,624	52,5	10,5	63,00	3/8	0,03	1,89	1,89
Ramificația BF ΔP_d = 3,819 mbar								
BF	1,560	60,5	12,1	72,6	1/2	0,05	3,630	

Tabelul 7.5.1. Distanțe de siguranță între stațiile de distribuție a gazelor petroliere lichefiate depozitate în butelii și obiectele învecinate

Nr. crt.	Destinația obiectului învecinat	Distanța de siguranță [m]
1	Instalații de producție în aer liber	25
2	Clădiri de locuit, clădiri publice (creșe, grădinițe, școli, spitale etc.) clădiri cu săli aglomerate sau clădiri înalte (peste 28 m)	30
3	Drumuri publice	15

spre zonele cu slabă circulație și fără surse de pericol.

Ușile și ferestrele se construiesc din metal neferos sau impregnat și cu deschidere în afară (ușile trebuie să se deschidă la o singură apăsare de mână). Dimensiunile ușilor și ferestrelor sunt următoarele:

- ușa, cel puțin 0,7 x 2,0 m;
- ferestrele vor avea suprafața rezultând din raportul 0,05 m^2 fereastră, pentru fiecare 1 m^3 volum de încăpere.

Geamurile nu vor fi armate, vor avea grosimea de 2 mm și vor fi mate sau vopsite în alb, pentru a feri buteliile de acțiunea razelor solare.

Ventilarea încăperii stației de distribuție se face natural, organizată prin orificii plasate în mod egal la nivelul podelei și în apropierea plafonului. Suprafața totală a acestor orificii va fi de minimum 4 % din suprafața pardoselii. Secțiunea fiecărui orificiu este de 300 cm^2. Orificiile se prevăd cu plasă de sârmă.

Încălzirea încăperii stației în timpul iernii se poate face cu ajutorul serpentinelor din țevi sau cu radiatoare din fontă, utilizând ca agent termic încălzitor abur sau apă caldă de încălzire. Temperatura din interiorul camerei stației de distribuție a gazelor poate fi de minimum +10 și maximum +35 °C.

Iluminatul stației de distribuție se face prin ferestre. Iluminatul artificial (electric) se admite numai din exteriorul stației cu luarea măsurilor de siguranță contra exploziilor.

Stația de distribuție este prevăzută cu echipamentul necesar pentru stingerea incendiilor. În stație se afișează instrucțiunile pentru utilizarea gazelor petroliere lichefiate, normele de tehnică a securității și protecție a muncii, instrucțiunile de prevenire și stingere a incendiilor și indicatoarelor de securitate referitoare la acces și la pericolul de explozie și incendiu.

7.5.2. Instalații de depozitare în recipiente stabile a gazelor petroliere lichefiate

În fig. 7.5.1 se prezintă schemele instalațiilor de depozitare în recipiente stabile și de distribuție a gazelor petroliere lichefiate, în varianta cu montare suprateraná (fig. 7.5.1 a), respectiv subterană (fig. 7.5.1 b) a conductelor exterioare.

Amplasarea instalațiilor de depozitare, cu recipiente stabile este admisă în următoarele condiții tehnice de exploatare în deplină siguranță, atât pentru consumator cât și pentru vecinătăți:

- așezarea pe suprafețe orizontale, supraterane sau subterane, pe teren stabil;
- incinte împrejmuite, special amenajate pentru oprirea accesului persoanelor neinstruite și al animalelor mari;
- ventilare naturală; nu se admit instalații amplasate în depresiuni locale ale solului sau împrejmuiri cu pereți fără goluri, pe mai mult de 2 laturi;
- sursă de apă pentru intervenția pompierilor în caz de incendiu sau pentru răcirea recipientului;
- nu se admite montarea de recipiente suprapuse între ele sau peste alte instalații;
- cale de acces auto, dar nu pe un drum public, până la distanța minimă de 3 m față de recipiente (fig. 7.5.2);
- distanțe minime de siguranță, de la recipiente supraterane la obiective situate în vecinătate, conform tabelului 7.5.2. Distanțele menționate în tabelul 7.5.2 pot fi micșorate cu 20 % pentru cazul construirii unui zid antifoc, rezistent la explozie, la limita incintei între recipiente și obiectivele situate în vecinătate. Față de instalațiile subterane, distanțele minime sunt cele prevăzute în normativele de proiectare și executare a acestora.

Construcțiile ulterioare, atât la consumator cât și la vecini se amplasează la distanțele din tabelul 7.5.2.

În interiorul incintei pentru instalația de depozitare, distanța minimă între re-

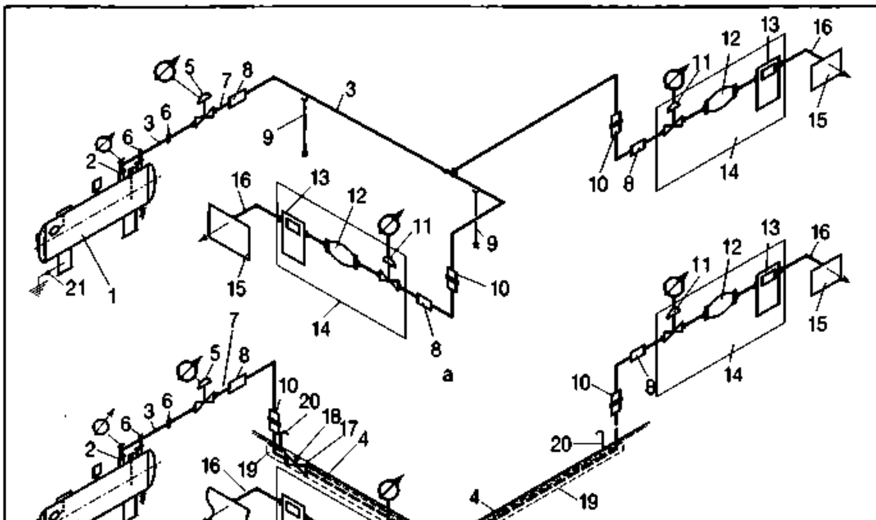


Fig. 7.5.1. Schemele instalațiilor de depozitare a gazelor petroliere lichefiate, în recipiente stabile:

a – schema instalației de depozitare a GPL, în recipiente stabile, cu conducte exterioare de distribuție montate suprateran;
b – idem, cu conducte exterioare de distribuție montate subteran;
1 – recipient stabil de GPL; 2 – grup de supape multiple, cu manometru de control; 3 – conductă exterioară de distribuție a GPL, montată suprateran; 4 – idem, montată subteran; 5 – reductor de presiune (presiunea maximă la ieșire 1,5 bar), prevăzut cu manometru de control (scala 0...5,0 bar); 6 – racord olandez cu niplu filetat; 7 – niplu filetat la ambele capete; 8 – mufă filetată; 9 – suport pentru conductă; 10 – îmbinare electroizolantă; 11 – reductor de presiune (presiunea maximă la ieșire 30 mbar), prevăzut cu manometru și supapă de siguranță; 12 – robinet cu ventil sferic (robinet de incendiu); 13 – contor; 14 – nișă; 15 – perete exterior; 16 – racord la instalația interioară de utilizare a GPL; 17 – cămin la vană; 18 – robinet cu sertar și mufe; 19 – tub de protecție; 20 – răsuflătoare; 21 – legătura la pământ.

cipiente sau între recipiente și împrejmuirea de protecție este de 1,0 m.

7.5.3. Rețele exterioare de gaze petroliere lichefiate

Rețeaua exterioară pentru tranportul și distribuția gazului petrolier lichefiat se execută cu țevi din oțel îmbinate prin sudură. Este indicat ca traseele rețelei exterioare să fie rectilinii și cât mai scurte. Traversarea căilor de circulație se face numai aerian, la cel puțin 5 m înălțime și perpendicular pe axa acestora.

Pe conducta exterioară, înainte de intrarea în clădire și la loc accesibil se montează, aparent, un robinet cu cep numit robinet de incendiu de la care se poate opri alimentarea cu gaz a întregii instalații interioare în caz de pericol de incendiu.

7.6. Tehnologii de executare și montare a instalațiilor de gaze petroliere lichefiate

7.6.1. Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate

7.6.1.1 Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate, cu conducte cu țevi din oțel

La alegerea traseelor instalației de gaze, condițiile de siguranță au prioritate față de cele de estetică. Se urmărește ca traseele să fie rectilinii fără prea multe schimbări de direcție. Traseele orizontale trec deasupra canatului ușilor și ferestrelor și deasupra conductelor de apă. În general, se evită montarea conductelor de gaze petroliere lichefiate pe plafon. Toate conductele se montează aparent pentru ca accesul la instalație să fie rapid și eficace. Se interzice amplasarea conductei principale de distribuție și a derivațiilor prin coșurile sobelor, canale de ventilare, locuri inaccesibile, golul ascensorului, depozite de cărbuni, zgură sau gunoi, prin încăperi lipsite de ventilație (aerisire), prin locuri prin care țevile ar putea fi supuse acțiunilor chimice, mecanice sau temperaturilor înalte.

Materialele utilizate la executarea și montarea instalației trebuie să fie în perfectă stare, îndeplinind condițiile de calitate prevăzute în standarde.

Instalația interioară se execută cu țevi negre din oțel. țevile instalației se

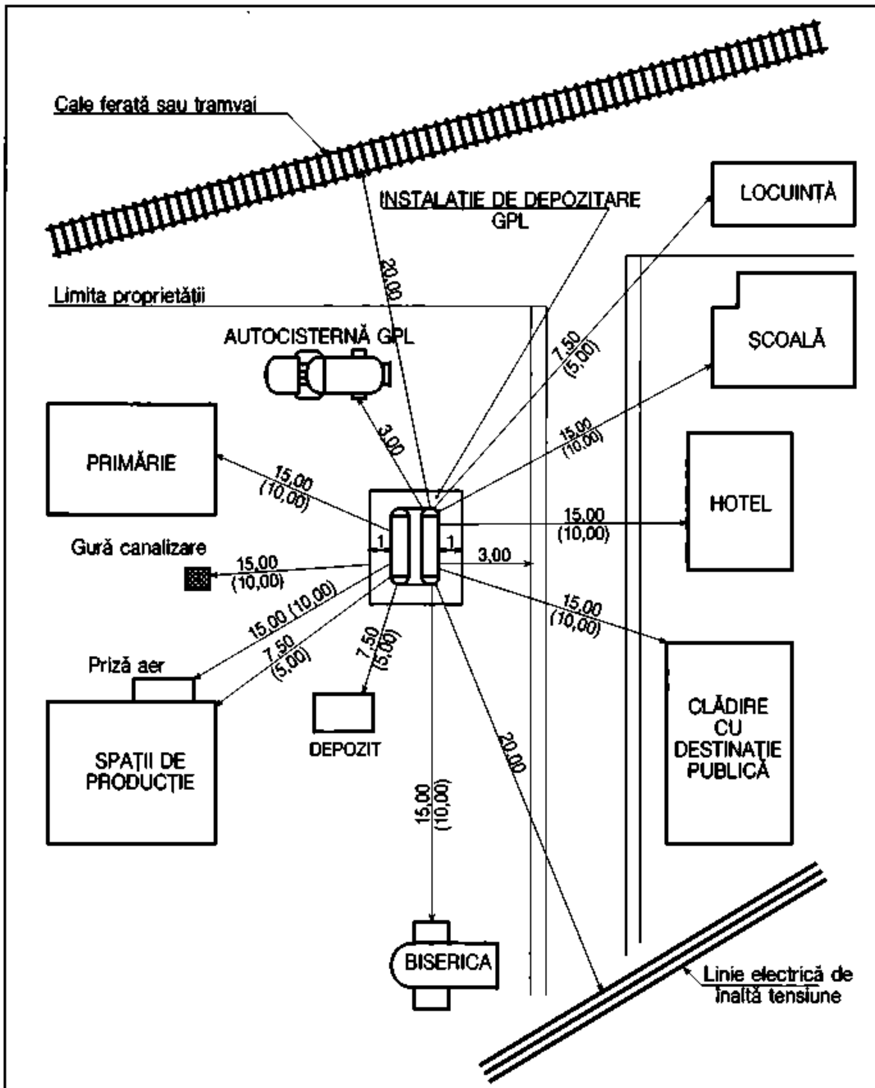


Fig. 7.5.2. Distanțe minime obligatorii [m], pentru amplasarea instalațiilor de depozitare a gazelor petroliere lichefiate, în recipiente stabile având capacități de 3000 ... 5000 l (distanțele din paranteze sunt pentru capacități sub 3000 l).

Tabelul 7.5.2. Distanțe minime de siguranță, de la recipiente stabile supraterane de GPL la obiective situate în vecinătate

Nr. crt.	Destinația obiectului învecinat	Capacitatea nominală recipient 500...3000 l Distanțe [m]	Capacitatea nominală recipient 3000...5000 l Distanțe [m]
1	Limita de proprietate	3	3
2	Clădiri de locuit, spații de producție, depozite (altele decât cele cu regim special)	5	7,5
3	Obiective publice: săli de spectacole, hoteluri, instituții de învățământ, sanitare, clădiri administrative, biserici, inclusiv prizele de aer pentru ventilarea acestora, canalizări, alte obiective cu destinație similară.	10	15
4	Cale ferată, tramvai, troleibuz, linii de joasă și medie tensiune (măsurarea se face de la proiecția în plan a acestora)*	15	15
5	Linii electrice aeriene, de înaltă tensiune (măsurarea se face de la proiecția în plan a liniei sau stâlpului de susținere)	20	20

Observații:

* Distanțele menționate pot fi micșorate cu 50 % pentru liniile CF uzinale și cu 25 % pentru liniile CF neelectrificate.

îmbină între ele fie prin sudură (îmbinări nedemontabile) pentru țevi cu diametre mai mari de 3/4", fie cu ajutorul fitingurilor (mufe, teuri, coturi, îmbinări demontabile etc.). Etanșarea îmbinărilor prin fitinguri se face cu fuior de cânepă, miniu de plumb și ulei de in fiert sau alte materiale de etanșare agrementate. În cazul conductelor lungi îmbinate prin sudură cap la cap, se prevăd, la anumite distanțe, îmbinări demontabile folosind mufe cu filet stânga-dreapta, pentru eventualele demontări sau extinderi ale rețelei. Pentru a evita pericolul de incendiu și explozii datorită scăpărilor de gaze, se interzice îmbinarea țevilor prin flanșe sau racorduri olandeze. Racordurile olandeze sunt admise numai la racordarea aparatelor de utilizare la instalație.

Coloana de alimentare și conductele de derivație se montează pe pereți, fixându-se în brățări metalice amplasate între ele la distanțele indicate în tabelul 7.6.1. Între conductă și brățări se intercalează benzi de carton gudronat.

În punctele de racordare ale aparatelor de utilizare prevăzute cu robinete pentru legături flexibile, piesa de racordare este prevăzută cu o rozetă fixată cu șuruburi. Capetele conductelor rețelei unde nu sunt racordate aparate de utilizare, chiar dacă sunt prevăzute cu robinete, se astupă cu dopuri de fier înșurubate. Pentru evitarea pericolului de incendiu se interzice folosirea dopurilor din alte materiale ca: lemn, plută, hârtie etc.

Pentru sectorizarea diferitelor porțiuni de rețea se folosesc robinete de închidere cu cep și mufe.

Racordarea aparatelor de utilizare fixe (cuptoare, autoclave etc.) la instalația de gaze se face cu racorduri olandeze, prevăzute cu garnituri din clingherit.

Racordarea aparatelor de utilizare mobile (becuri tip Bunsen sau Teclu, plite etc.) la instalație, se face prin intermediul furtunurilor din cauciuc cu inserție din pânză.

În punctele de racordare, pe conductele de derivație, se montează robinete cu cep (tip canea), cu portfurtun confecționat din alamă, cu orificiul de minimum 4 mm.

În instalațiile de gaze petroliere lichefiate unde aparatele de utilizare necesită presiuni diferite ale gazului, se montează, între colector și butelii, regulatoare pentru presiunea maximă cerută de aparatul de utilizare respectiv, iar pe derivații, înaintea aparatelor de utilizare ce necesită presiuni mai mici, se montează regulatoare de presiune corespunzătoare (amplasate în aval) cu robinetele montate la începutul derivației. Aceste regulatoare se montează pe suporturi de susținere. Pentru etanșarea racordului olandez al regulatorului se folosesc garnituri inelare din clingherit.

Întreaga rețea de distribuție a gazelor petroliere lichefiate se vopsește (însă numai după efectuarea probelor de presiune) cu vopsea de ulei sau lac de culoare galbenă.

7.6.1.2 Montarea instalațiilor interioare de gaze petroliere lichefiate, cu racorduri flexibile

Aparatele de utilizare cu flacără liberă și cu presiunile nominale de 20 și 30 mbar se racordează cu furtun din cauciuc în lungime de 1...1,1 m.

Furtunul va avea un traseu vizibil și nu va trece dintr-o încăpere în alta.

Aparatele de utilizare cu flacără liberă și cu presiunea nominală mai mare de 30 mbar se racordează cu furtun din cauciuc cu inserții textile în lungime maximă de 20 m, cu condiția evitării pericolului de degradare, rupere, smulgere sau strivire a furtunului, ca urmare a funcționării instalației.

Pe furtun nu se admite intercalarea de fitinguri și armături. Portfurtunul aparatului are același diametru cu portfurtunul regulatorului de presiune. În toate cazurile, furtunul trebuie asigurat cu coliere la ambele capete.

Regulatorul de presiune se montează la robinetul cu ventil al buteliei, înșurubând piulița olandeză spre stânga, în locul piuliței de siguranță. Etanșarea se asigură cu o garnitură inelară din clingherit. După fiecare montare, se efectuează, în mod obligatoriu, verificarea etanșeității, cu spumă de apă și săpun.

7.6.2. Montarea instalațiilor exterioare de gaze petroliere lichefiate

7.6.2.1 Montarea instalațiilor de depozitare în recipiente mobile a gazelor petroliere lichefiate

Distribuitorul instalației se execută cu țeavă din oțel având diametrul determinat în funcție de numărul de butelii racordate la el conform datelor din tabelul 7.6.2.

Distribuitorul se montează în interiorul stației de distribuție, deasupra buteliilor la o înălțime de 30 cm și se fixează de elementele de construcție cu brățări metalice sau console. La distribuitor se sudează ștuțuri cu diametrul de 3/8" și lungimea de 40 mm pentru fiecare butelie, distanțate între ele de minimum 320 mm, prevăzute cu robinete portfurtun având diametrul exterior de 10 mm. Ștuțurile se sudează perpendicular pe colector și în poziție orizontală.

Racordarea robinetului portfurtun de la distribuitor cu regulatorul de presiune se face printr-un furtun din cauciuc cu inserție din pânză, având 600 mm lungime și care este asigurat la ambele capete cu coliere metalice.

Racordarea distribuitorului cu conducta (coloana) principală de alimentare se face prin intermediul unei mufe cu filet stânga-dreapta. Pe conducta principală de distribuție se montează robinetul principal care este un robinet cu cep având același diametru ca și conducta principală.

Distribuția gazelor petroliere de la distribuitorul stației centrale la aparatele de utilizare se face numai prin țevi din oțel trase sau sudate, montate aparent. Este interzisă montarea țevilor de gaz îngropate în ziduri, sub tencuială, sub pardoseală sau acoperirea lor sub orice formă. La trecerea prin pereți și planșee din beton, țevile de gaz se introduc în tuburi de protecție din țevi cu unul sau două diametre mai mari. Spațiul liber dintre țeava cu gaz și tubul de protecție se umple cu ipsos. În porțiunea de traversare prin ziduri sau planșee, țevile de gaz nu trebuie să aibă îmbinări.

Montarea manometrului indicator pe coloană după robinetul principal se face după ce s-a verificat funcționarea robinetului de control al acestuia.

În interiorul clădirii instalației de depozitare este interzisă depozitarea bateriilor pline, de rezervă sau a buteliilor goale.

7.6.2.2 Montarea instalațiilor de depozitare în recipiente stabile a gazelor petroliere lichefiate

La executarea și montarea instalațiilor de depozitare în recipiente stabile a gazelor petroliere lichefiate se utilizează numai materiale, aparate și recipiente care au certificate de calitate, verificate în ceea ce privește respectarea condițiilor tehnice de calitate din standardele și agrementele tehnice prevăzute în proiectele avizate.

Placa de fundație a recipientelor sta-

Tabelul 7.6.1. Distanțe de montare între brățările conductelor

Diametrul interior al conductelor [mm (in)]	Distanțe [m]
12,50...15,75 (3/8...1/2)	2,0
21,25...27,00 (3/4...1)	3,0
35,75...52,50 ($1^{1/4}$...2)	4,0

Tabelul 7.6.2. Diametrele distribuitorului instalației de depozitare în recipiente mobile (butelii) a gazelor petroliere lichefiate

Numărul de butelii	Diametrul colectorului [in]
4	1/2
6	3/4
10	1
20	$1^{1/2}$
peste 20	2

bile se realizează suprateran, din beton, pe suprafețe curățate și fără iarbă.

Recipientele se ancorează pe placă potrivit detaliilor din cartea tehnică a recipientului.

Punctul de legare la pământ a autocisternei de alimentare a recipientelor stabile se amplasează astfel încât să fie ușor accesibil pentru legare și marcat pentru identificare.

Deasupra generatoarei superioare a recipientelor stabile se asigură un spațiu liber de minim 5 m.

Incinta împrejmuită la instalațiile cu recipiente stabile se prevede cu o suprafață de evaporare a reziduurilor de GPL, spațiu acoperit cu pietriș, dimensionat corespunzător capacității de depozitare.

Recipientele montate subteran se acoperă cu un material care nu arde și nu reacționează chimic cu GPL și cu protecția anticorosivă a recipientelor.

Traseele conductelor se aleg pe drumul cel mai scurt între recipiente și ieșirea din limita instalației de depozitare a GPL.

Înainte de montare, țevile se curăță la interior și exterior și se protejează în timpul montării împotriva pătrunderii de corpuri străine. Capetele tronsoanelor se astupă cu capace.

Montarea conductelor se face prin rezemare simplă, astfel încât să nu se producă tensionarea mecanică a acestora. Conductele orizontale se montează dedesubtul conductelor pentru alte instalații.

Susținerea conductelor pe elemente de construcții ale împrejmuirii se face în funcție de diametru, cu brățări sau console, la distanțe de 1,5...5,0 m între punctele de susținere și de 20...50 mm între conducte și elementele de construcții. Fixarea elementelor de susținere se face cu mortar de var și ciment.

Pentru schimbările de direcție, ramificații și reducții se utilizează:

- fitinguri din fontă maleabilă;
- curbe trase, pentru sudare;
- ramificații prin sudarea directă pe conducte cu diametrul de cel puțin 20 mm, pentru ramificații cu diametrul egal sau mai mic decât conducta din care se face ramificația;
- ramificații prin mufe sudate pe conducte cu diametrul de cel puțin 20 mm, pentru ramificații cu diametrul egal sau mai mic decât conducta din care se face ramificația;

Îmbinările prin sudură se execută cap la cap cu flacără oxiacetilenică sau cu arc electric.

Îmbinările prin sudură pentru conducte trebuie să corespundă clasei de calitate II, prevăzută în „Instrucțiunile tehnice privind stabilirea și verificarea clasei de calitate a îmbinărilor sudate la conducte tehnologice", indicativ I 27. Clasa de calitate a îmbinărilor sudate se indică în proiectul de execuție.

Îmbinările prin sudură se execută numai de sudori autorizați pe baza prevederilor ISCIR CR 9. Sudorii vor marca sudurile executate. Sudurile se execută în conformitate cu prevederile STAS 6662; 6726; 7084/4; 8183; 8299 și prescripțiile ISCIR CR 7.

În cazul sudării țevilor în condiții meteorologice nefavorabile, se iau măsuri de protecție (paravane, cort, preîncălzirea capetelor etc.).

Este interzisă răcirea forțată a sudurilor.

7.6.2.3 Montarea rețelelor exterioare de gaze petroliere lichefiate

Montarea rețelelor exterioare de GPL se face, de regulă, aerian, pe suporturi metalice sau din beton armat, pe estacade, pe pereții exteriori ai clădirilor etc.

Se admite montarea subterană în cazuri excepționale, când nu se poate asigura montarea supraterană. În acest caz, se iau prin proiectare și executare toate măsurile necesare pentru evitarea pericolului de coroziune, explozie sau incendiu.

Intrarea conductelor subterane în clădiri se face numai deasupra solului.

Diametrul minim al conductelor de gaze montate subteran este de 12,25 mm (3/4").

Pe conductele de gaze petroliere lichefiate, înainte de intrarea în clădiri, se montează, aparent, un robinet cu cep, numit „robinet de incendiu".

Conductele exterioare montate aparent sunt protejate împotriva coroziunii prin grunduire cu miniu de plumb și prin vopsire cu vopsea galbenă în două straturi.

Conductele exterioare montate subteran sunt supuse acelorași măsuri de protecție anticorosivă ca și rețelele de gaze naturale combustibile.

7.6.3. Probarea și recepția instalațiilor de gaze petroliere lichefiate

Instalațiile cu conducte metalice sunt supuse, în vederea recepționării, următoarelor probe: preliminară (de casă), de rezistență și de etanșeitate.

Instalațiile de gaze petroliere lichefiate cu racord flexibil (cu furtun) se supun numai la proba de etanșeitate, sub presiunea gazului.

Tabelul 7.6.3. Durata de egalizare a temperaturilor și durata de probare pentru conducte de gaze petroliere lichefiate, montate aparent

Volumul conductei [m³]		< 0,1	0,2	0,3
Durata de egalizare a temperaturilor [min]		10	20	30
Durata de probare [ore]	de rezistentă	1	1	1
	de etanșeitate	1	2	2

7.6.3.1 Proba preliminară

După ce conducta se suflă cu aer comprimat pentru curățirea de impurități, se execută proba preliminară de către instalatorul autorizat și șeful de echipă care a condus lucrarea, după cum urmează:

- la conductele montate aparent, proba preliminară se execută fără armăturile punctelor de utilizare, capetele conductei fiind blindate cu dopuri. Proba se execută numai cu aer comprimat, la presiunea de 1 bar. Pentru aceasta se utilizează manometre indicatoare cu element elastic, verificate și marcate. Durata necesară egalizării temperaturilor și durata de probare sunt date în tabelul 7.6.3;
- conductele montate subteran se supun acelorași probe ca și conductele de gaze naturale combustibile.

7.6.3.2 Proba de rezistență

Se execută în aceleași condiții ca și proba preliminară, cu aer comprimat la presiunea de 1 bar. La executarea probei participă delegatul întreprinderii distribuitoare și beneficiarul lucrării.

Conductele care nu depășesc lungimea de 5 m pot fi probate sub presiunea gazului din instalație.

7.6.6.3 Proba de etanșeitate

Proba de etanșeitate la conductele montate aparent se execută cu armăturile punctelor de utilizare definitiv montate în poziția „deschis", capetele conductelor fiind prevăzute cu dopuri.

Proba se execută numai cu aer comprimat, la presiunea de 200 mbar. Durata probării este dată în tabelul 7.6.3.

Probarea armăturilor se face prin manevrarea lor, iar căutarea neetanșeităților se face cu spumă de apă și săpun. Apoi se manevrează armăturile în poziția „închis", se demontează dopurile și se efectuează o nouă probare. Robinetele trebuie să fie etanșe în ambele poziții de manevră: „deschis" și „închis".

Este strict interzisă forțarea robinetelor prin strângerea excesivă a piuliței sau prin baterea cepului, pentru obținerea etanșeității.

La nici o probare nu se admit pierderi de presiune. Dacă apar defecțiuni, conducta se va goli de aer, se va trece la remedierea defectelor, după care se repetă probele.

Remedierea neetanșeităților se face refăcând îmbinarea respectivă în mod corect și nu prin ștemuire, acoperire cu lacuri sau chituri, care pot prezenta pe-

ricole grave de explozie și incendii.

Verificarea funcționării aparatelor de utilizare se face cu gaz petrolier lichefiat; se observă la fiecare punct de consum comportarea arzătoarelor cu robinetele deschise, în pozițiile reduse, normale și maxime. În cadrul acestei verificări se observă modul de funcționare a aparatelor de utilizare în raport cu caracteristicile acestora și cu instrucțiunile lor de fabricație. Se controlează ca, la fiecare aparat, evacuarea gazelor de ardere să se facă normal când aparatul funcționează singur, precum și când toate aparatele sunt puse în funcțiune (funcționarea simultană).

Toate aceste probe se fac de către instalatorul autorizat (care dispune de o autorizație specială, eliberată pe baza susținerii unor examene de verificare a cunoștințelor necesare, de către întreprinderea distribuitoare de gaze) în prezența delegatului întreprinderii distribuitoare de gaze și beneficiarului.

7.7. Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor de gaze petroliere lichefiate

Pentru evitarea pericolelor de incendii și explozii ale instalațiilor de gaze petroliere lichefiate trebuie respectate următoarele reguli:

- transportul și manipularea buteliilor sunt permise numai dacă buteliile au piulițele de siguranță și capacele de protecție montate; piulițele de siguranță trebuie să aibă garnituri de etanșare în perfectă stare;
- se interzice lovirea sau trântirea buteliilor;
- buteliile de rezervă, pline sau goale, nu se depozitează în încăperea unde sunt aparate de utilizare, în dormitoare sau băi etc.;
- buteliile trebuie ferite de acțiunea directă a radiațiilor solare;
- furtunul din cauciuc se verifică periodic dacă se află în perfectă stare, cunoscând că, în exploatare (a cărei durată este de maximum 2 ani de la data fabricării sale), suferă procesul de „îmbătrânire", căpătând porozități, crăpături etc.; capetele lărgite ale furtunului trebuie tăiate respectându-se condiția ca lungimea furtunului să nu scadă sub 1000...1100 mm;
- regulatoarele de presiune trebuie verificate periodic, repararea și reglarea acestora fiind făcută numai în atelierele întreprinderii distribuitoare de gaze petroliere lichefiate. Consumatorii sunt obligați să prezinte, întreprinderii distribuitoare, regulatoarele de presiune, ori de câte ori acestea au suferit dereglări sau scăpări de gaze, pentru a fi înlocuite cu altele în perfectă stare de funcționare.

La punerea în funcțiune a instalației de gaze petroliere lichefiate, se execută următoarele operații:

- se demontează capacul de protecție a buteliei, prin deșurubare spre stânga;
- se verifică dacă robinetul cu ventil al buteliei este închis prin învârtirea roții de manevră a acestuia spre dreapta;
- se demontează piulița-capac de siguranță prin deșurubare spre dreapta.
- se controlează dacă garnitura de etanșare din clingherit a regulatorului de presiune este în perfectă stare (dacă nu, se înlocuiește cu alta nouă) și se așează corect pe flanșa gâtului regulatorului;
- se montează regulatorul de presiune, prin înșurubare spre stânga, cu ajutorul unei chei mecanice fixe de 30 mm, a piuliței olandeze a acestuia; regulatorul se montează în poziție orizontală și cu capacul în sus;
- la instalațiile locale cu racord flexibil se introduce furtunul de racord al aparatului de utilizare în ștuțul de racord al regulatorului de presiune. La montare și în timpul funcționării instalației, furtunul nu trebuie să aibă îndoituri bruște, dilatări de capete, porozități sau crăpături;
- se probează cu o soluție (emulsie) de apă și săpun dacă nu există scăpări de gaze la: robinetul cu ventil al buteliei; punctul de înșurubare a regulatorului de presiune cu robinetul cu ventil al buteliei; fitingurile de îmbinare ale conductelor metalice; cele două capete ale furtunului (la instalațiile locale cu racorduri elastice); robinetele de închidere ale rețelei de conducte. În timpul acestor probe robinetele cu ventil al buteliilor vor fi complet deschise, iar robinetele aparatelor de utilizare vor fi închise. Dacă în urma acestei probe se constată că nu există scăpări de gaze, instalația poate fi dată în exploatare. Aprinderea arzătoarelor aparatelor de utilizare se va face aprinzând întâi chibritul și apoi deschizând robinetele arzătoarelor pentru a se evita pericolul de accidente. La scoaterea din funcțiune a instalației se închid întâi robinetele cu ventil ale buteliilor și după stingerea flăcării se închid robinetele arzătoarelor.

I. Instalații sanitare

Capitolul 8

Instalații de fluide tehnologice

8.1. Instalații de aer comprimat

Aerul comprimat constituie unul dintre agenții de lucru folosiți pentru transportul energiei în instalațiile industriale. Se obține cu ajutorul compresoarelor, din aerul atmosferic. Energia potențială de presiune, acumulată de aerul comprimat stocat în rezervoare-tampon, se conservă în timp, păstrându-se caracteristicile inițiale vreme îndelungată, fiind pregătită în orice moment pentru utilizare.

Se menționează că presiunile aerului comprimat sunt exprimate în scara manometrică, cu excepția cazurilor când se precizează scara absolută.

8.1.1. Soluțiile constructive și scheme pentru realizarea instalațiilor de aer comprimat

8.1.1.1 Elementele componente și clasificarea instalațiilor de aer comprimat

Instalațiile de aer comprimat se compun din trei părți principale și anume:

- compresoarele de aer, care produc aerul comprimat;
- consumatorii de aer comprimat: mașini, utilaje, scule și dispozitive acționate cu aer comprimat;
- rețeaua de distribuție a aerului comprimat, care face legătura între compresoarele de aer și consumatori și care cuprinde: conductele, armăturile de închidere, siguranță și control, aparatura de automatizare etc.

Instalațiile de aer comprimat se clasifică după următoarele criterii:

- numărul treptelor de comprimare (la compresor): cu o singură treaptă, cu două sau mai multe trepte de presiune de comprimare;
- numărul treptelor de presiune utilizate (la consumatori): cu o treaptă, cu două sau mai multe trepte de presiune utilizate;
- modul de amplasare a consumatorilor de aer comprimat față de compresoare: instalații locale, la care consumatorii și compresoarele sunt amplasați în același loc; instalații centrale de aer comprimat, la care compresoarele și aparatura anexă sunt amplasate într-o clădire separată (centrală de aer comprimat), alimentarea consumatorilor făcându-se prin rețeaua de conducte.

În mod uzual, instalațiile de aer comprimat sunt cu o singură treaptă de comprimare (la compresor) și cu una sau mai multe trepte de presiune de utilizare (la consumatori). Comprimarea aerului în două sau mai multe trepte reclamă un consum sporit de energie pentru antrenarea motoarelor compresoarelor și se adoptă numai când debitul de aer comprimat necesar la presiune înaltă este important și justifică economic această soluție.

8.1.1.2 Instalații locale de aer comprimat

Instalațiile pot fi:

- mobile: compresorul refulează aerul printr-un furtun de cauciuc cu inserție metalică, direct la punctele de lucru;
- semifixe: compresorul, fix sau mobil, refulează aerul într-un rezervor tampon, din care sunt alimentate punctele de lucru, prin racorduri flexibile sau conducte metalice;
- fixe: compresorul, rezervorul tampon și racordurile (de regulă, metalice) sunt fixe.

Rolul rezervorului-tampon este de a acumula (înmagazina) aerul comprimat la presiunea necesară și de a asigura debitul necesar, care este variabil în timp, la punctele de utilizare, ținând seama de simultaneitatea în funcționare a acestora.

Rezervoarele-tampon se montează, de regulă, în aer liber. O parte din vaporii de apă din aerul comprimat în rezervoare condensează și se colectează la partea inferioară a acestuia, de unde se evacuează printr-un robinet de purjare. Pentru a asigura evacuarea condensatului și în timpul iernii, pe conducta de purjare se prevede o rezistență electrică de încălzire.

Pe conducta de refulare a compresorului se montează o clapetă de reținere, care are rolul de a evita întoarcerea aerului comprimat din rezervorul-tampon în compresor în perioadele când acesta nu funcționează. Pentru distribuția aerului comprimat la diferite presiuni de utilizare, se prevăd reductoare (regulatoare) de presiune montate pe conductele de distribuție și clapete de reținere.

8.1.1.3 Instalații centrale de aer comprimat

În instalațiile centrale de aer comprimat (fig. 8.1.1), aerul este aspirat de compresor, din exterior, printr-o priză de aer amplasată într-un loc ferit de surse de poluare, trecut printr-un filtru de praf și refulat în rezervorul tampon. În timpul comprimării, odată cu presiunea, crește și temperatura aerului și pentru a fi răcit până la temperatura de lucru se folosește un schimbător de căldură (răcitor) recuperativ (de suprafață), agentul de răcire fiind apa, care la rândul ei este răcită într-un turn de răcire sau cu ajutorul unei instalații frigorifice.

Pentru recuperarea uleiului antrenat de aer din carterul compresorului în timpul comprimării, pe conducta de refulare, la ieșirea din compresor, se montează un separator de ulei. Uleiul recuperat este reintrodus în compresor printr-un circuit separat prevăzut cu o pompă de ulei.

Compresoarele de aer au funcționarea complet automatizată, fiind prevăzute cu sisteme de reglare. Raportul dintre debitul de aer comprimat consumat în instalație și debitul compresorului la funcționarea continuă și în plină sarcină, în aceeași unitate de timp se numește coeficient de utilizare.

Principalele sisteme de reglare a funcționării compresorului prevăd reglarea prin:

- obturarea aspirației, cu ajutorul unei

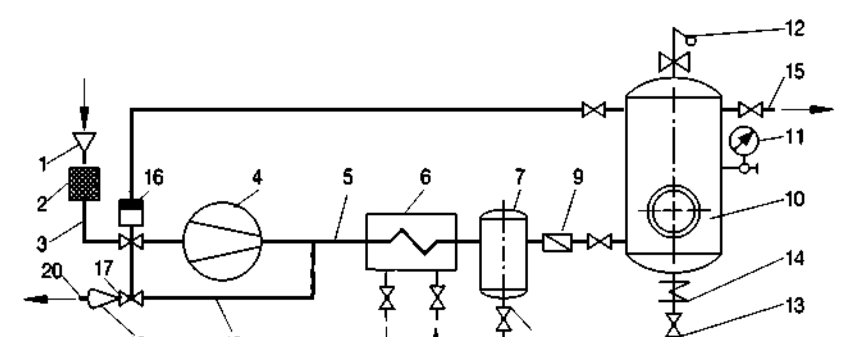


Fig. 8.1.1. Schema de principiu a instalației centrale de aer comprimat:
1 – priza de aer; 2 – filtru; 3 – conductă de aspirație a aerului; 4 – compresor; 5 – conducta de refulare a aerului comprimat; 6 – schimbător de căldură (răcitor de aer); 7 – separator de apă și ulei; 8 – robinet de purjare; 9 – clapetă de reținere; 10 – rezervor tampon de aer comprimat; 11 – manometru; 12 – supapă de siguranță; 13 – robinet de purjare; 14 – rezistență electrică pentru dezghețarea condensatului în timpul iernii; 15 – conductă de distribuție; 16 – robinet cu ventil de comandă; 17 – robinet cu ventil; 18 – conductă pentru descărcarea refulării; 19 – amortizor de zgomot; 20 – conductă de evacuare a aerului.

clapete cu comandă automată, în funcție de creșterea contrapresiunii; acest sistem se aplică în cazul compresoarelor cu coeficienți de utilizare ridicați;

- mersul în gol, când compresorul funcționează continuu, cu aceeași turație, dar nu debitează aer în rezervorul-tampon; sistemul se aplică în exploatarea instalațiilor de aer comprimat în două variante: prin obturarea aspirației și descărcarea refulării sau prin simpla descărcare a conductei de refulare;
- pornirea și oprirea automată a compresorului; în acest caz frecvența pornirilor nu trebuie să fie mai mare de 15 porniri pe oră, deoarece se uzează rapid contactoarele și întreruptoarele automate de acționare a motoarelor electrice; pornirea și oprirea automată a compresorului se realizează prin intermediul unui regulator de presiune care primește impulsuri de la aerul comprimat din rezervorul tampon, în funcție de limitele de presiune admise;
- variația turației; sistemul se aplică cel mai bine la compresoarele rotative, deoarece debitul acestora este aproximativ proporțional cu turația lor; față de turația nominală, reglarea turației poate fi permisă cu o creștere de 20 % sau o micșorare de 50 %; realizarea practică a reglării turației poate fi continuă utilizând un demaror cu reglare de turație, în care caz se renunță la rezervorul-tampon, sau în trepte, utilizând motoarele electrice de antrenare cu poli variabili;
- combinarea reglării prin mers în gol cu cea prin oprirea și pornirea automată, reglarea mixtă; sistemul este utilizat în cazul unor variații foarte mari ale debitului de aer comprimat consumat în instalație.

În mod uzual, presiunea aerului comprimat la ieșirea din compresor este de 6...8 bar. Pentru a evita depășirea presiunii maxime a aerului, compresoarele sunt prevăzute cu manometre cu contacte electrice care comandă decuplarea motoarelor electrice de antrenare. De asemenea, pentru protecția instalației contra suprapresiunilor accidentale se prevăd ventile și supape de siguranță cu contragreutate sau cu arc.

Din rezervoarele-tampon aerul comprimat este distribuit în instalația de utilizare, atât la presiunea de comprimare (maximă, de regim), cât și la diverse presiuni de utilizare, după ce în prealabil a fost trecut prin regulatoare (reductoare) de presiune. Pentru a urmări valorile presiunii în diferite puncte ale instalației se folosesc manometre. Montarea rezervoarelor-tampon în paralel asigură continuitatea funcționării întregii instalații în perioadele când unul din rezervoare se află în revizie tehnică.

În fig. 8.1.2 se prezintă un exemplu de centrală de aer comprimat cu compresoare BELT, furnizate de firma AG Compressoren Baia Mare.

8.1.1.4 Rețeaua de conducte a instalației centrale de aer comprimat

Distribuția aerului de la centrala de aer comprimat până la punctele de utilizare (consumatori) se face printr-o rețea de distribuție care cuprinde: conducte, robinete de închidere, siguranță și control, aparate de comandă, separatoare de apă și ulei, ventile de reducere a presiunii, manometre, lire de dilatare a conductelor etc.

Se utilizează conducte cu țevi din oțel, aluminiu eloxat, cupru sau, în unele cazuri, din materiale plastice. Îmbinările conductelor pot fi: nedemontabile - executate prin sudură - sau demontabile - prin flanșe etanșate cu garnituri și prinse cu șuruburi. Pentru montarea rețelei se folosesc teuri, coturi, reducții etc.

Robinetele de închidere, siguranță și control sunt de construcție obișnuită; până la diametrul de 50 mm se folosesc robinete cu ventil, peste 50 mm



Fig. 8.1.2. Centrală de aer comprimat cu compresoare BELT

1 - sistem separare în mai multe trepte;.2- air control; 3 - sistem transmisie cu curele și dispozitiv automat de întindere; 4 - grup compresie; 5 - radiator pentru agentul de răcire; 6 - ventilator; 7 - motor.

diametru se utilizează robinete cu sertar. Pentru mașinile, aparatele și dispozitivele care funcționează cu aer comprimat la o presiune mai mică decât cea de regim, se prevăd reductoare de presiune a căror funcționare se bazează pe efectul de laminare la trecerea aerului prin secțiunea îngustată a unui ventil de laminare.

Ținând seama de valorile presiunii în diferite puncte ale instalației, pentru a dirija circulația corectă a aerului, se prevăd clapete de reținere și robinete de închidere și reglare.

În lungul rețelei are loc condensarea vaporilor de apă din aerul comprimat și, pentru colectarea condensatului, conductele se montează cu o pantă 2...3 % către separatoarele de condensat, din care evacuarea apei se face periodic prin purjare (fig. 8.1.3). Separatoarele pot fi: de linie, prevăzute cu prize pentru racorduri la punctele de utilizare sau finale (fig. 8.1.3). Separarea condensatului se poate realiza prin centrifugare sau gravitațional. Unele tipuri de separatoare sunt prevăzute cu sticlă de nivel.

Rețelele exterioare de aer comprimat se montează aparent (susținute pe stâlpi, estacade etc. și izolate termic) sau îngropat sub adâncimea de îngheț, fiind în prealabil protejate contra coroziunii. Rețelele interioare se montează, în general, aparent.

Distanțele de amplasare a conductelor de aer comprimat față de alte rețele sau obstacole naturale sunt:

- până la zidurile clădirilor fără subsoluri, copaci, partea carosabilă a drumurilor: 1 m;
- până la calea ferată sau linii electrice până la 20 kV: 3 m.

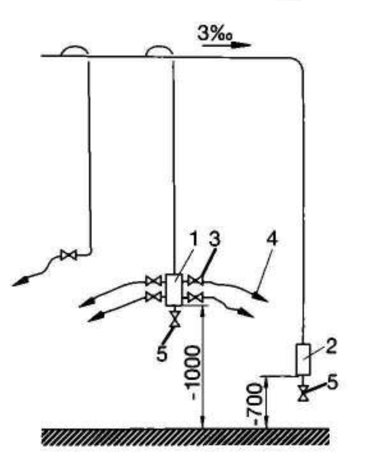


Fig. 8.1.3. Montarea separatoarelor de apă și ulei:
1 – separator cu prize de consum; 2 – separator final; 3 – robinet de manevră; 4 – racord flexibil spre consumator; 5 – robinet de golire.

8.1.2. Materiale, echipamente și utilaje specifice instalațiilor de aer comprimat

8.1.2.1 Compresoare de aer

Din punct de vedere termodinamic, compresoarele sunt mașini de lucru, care consumă energie (termică și electrică) pentru comprimarea și vehicularea aerului.

Compresoarele de aer se clasifică după următoarele criterii:

- principiul de construcție și funcționare: cu piston având cursă rectilinie; cu piston etajat; rotative (cu piston rotativ și, respectiv, de tip Roots); turbocompresoare (compresoare centrifugale);
- sistemul de antrenare: motocompresoare (antrenate cu motor termic); electrocompresoare (antrenate cu motor electric);
- sistemul de răcire: răcite cu aer (unități mici); răcite cu apă;
- modul de montare: fixe (montate în instalații centrale de aer comprimat); mobile (în instalații locale de aer comprimat);
- debitul de aer comprimat (refulat de compresor): compresoare cu debite mici (sub 0,5 m^3/min), cu debite medii (între 0,5 și 10 m^3/min), cu debite mari (între 10 și 50 m^3/min) și debite foarte mari (peste 50 m^3/min)

Compresoarele de aer se aleg din cataloagele firmelor producătoare, pe baza următoarelor date:

- presiunea nominală și respectiv, presiunea maximă [bar];
- debitul de aer la presiunea și turația nominală, redus la condițiile de aspirație [l/min].

În cataloage sunt date și caracteristicile motorului electric de antrenare a compresorului de aer: tipul; puterea [kW]; turația [rot/min]; tensiunea [V]; frecvența [Hz].

a. Compresoare cu piston având cursă rectilinie

Principiul de funcționare este următorul: sistemul bielă-manivelă montat în carterul compresorului și acționat de un arbore cotit antrenat de un motor, transformă mișcarea de rotație în mișcare de translație a pistonului în interiorul unui cilindru, prevăzut cu o supapă de aspirație și una de refulare. Prin deplasarea pistonului, volumul cuprins între chiulasă și capul pistonului se modifică; în cursa de comprimare, supapa de aspirație se închide și aerul este comprimat până la presiunea de refulare, când supapa de refulare se deschide și aerul este evacuat spre rezervorul-tampon. Comprimarea este însoțită de încălzirea cilindrului, ceea ce reclamă răcirea compresorului.

Cele mai utilizate în instalațiile pentru construcții sunt compresoarele fixe sau mobile cu debite mici și medii, furnizate de firma AG Compressoren din Baia Mare. În instalațiile tehnologice din industrie se folosesc compresoare fixe cu debite mari și foarte mari.

Compresoarele mobile (fig. 8.1.4) sunt prevăzute cu un rezervor cilindric orizontal, care are, cu precădere, rolul de amortizare a șocurilor de presiune, datorate debitării pulsatorii a aerului



Fig. 8.1.4. Compresor mobil pentru aer comprimat ALMIG:
1 - compresor cu piston; 2 - motor electric; 3 - volant; 4 - curele trapezoidale; 5 - rezervor de aer comprimat; 6 - suport; 7 - dispozitiv de acționare presostat.

comprimat. De aceea, el are dimensiuni reduse și, de regulă, constituie șasiul pe care se montează compresorul.

În general, agregatul electrocompresor este echipat cu:

- răcitor final cu supapă de reținere încorporată;
- regulator de presiune electropneumatic, care comandă oprirea și pornirea compresorului la atingerea, în recipient, a presiunii inițial reglate;
- contactor automat pentru pornirea motorului electric și protecția acestuia în cazul suprasolicitărilor;
- supapă de siguranță montată pe recipientul de aer care protejează agregatul în cazul suprapresiunii din recipient.

Compresorul este antrenat de un motor electric prin intermediul a două curele trapezoidale.

b. Compresoare rotative (volumetrice)

Se compun dintr-o carcasă prevăzută cu un racord de aspirație și unul de refulare, în interiorul căruia, prin rotația unui piston cilindric (rotor), se realizează comprimarea aerului în volumul variabil cuprins între carcasă și rotor (fig. 8.1.5). Rotorul este prevăzut cu fante radiale, înclinate în direcția rotației, în care glisează lamele, care în timpul rotației presează periferic pe cilindrul carcasei. Aerul aspirat pătrunde în interiorul primelor celule și datorită reducerii continue a volumului celulelor următoare este comprimat și evacuat prin racordul de refulare.

Având o construcție simplă și compactă, compresoarele rotative au și o echilibrare dinamică bună, deci randamente și coeficienți de debit superiori comparativ cu compresoarele cu piston. Au dezavantajul uzurii mai rapide a pieselor în mișcare, dificultăți de etanșare la presiune ridicată și necesită o prelucrare riguroasă a diferitelor repere.

Compresoarele rotative se construiesc pentru presiune de până la 4 bar și debit de până la 100 m³/min.

c. Compresoare centrifugale

Se compun, în principiu, din stator, rotor și colector de aer comprimat.

În compresorul centrifugal, procesul de comprimare are loc sub acțiunea forței centrifuge pe care rotorul o imprimă masei de aer și care asigură, totodată, continuitatea refulării.

Compresoarele centrifugale se folosesc în instalațiile de aer comprimat din industrie, realizând debite de peste 100 m³/min.

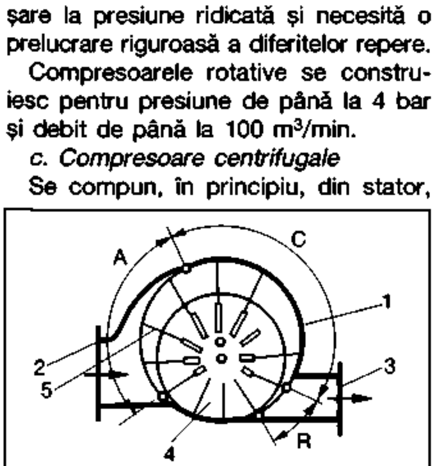


Fig. 8.1.5. Schema de funcționare a compresorului rotativ (volumic):
1 – carcasă; 2 – racord pentru aspirație; 3 – racord pentru refulare; 4 – rotor; 5 – lamele; A – aspirație; C – comprimare; R – refulare.

8.1.2.2 Rezervoare-tampon pentru aer comprimat

Sunt de formă cilindrică, verticală și se execută cu tablă din oțel protejată la interior și exterior împotriva coroziunii (fig. 8.1.6).

Se execută (în țară de către uzina VULCAN - București) cu capacitate cuprinse între 500 și 5000 l. Fiind recipiente sub presiune, sunt supuse controlului ISCIR.

8.1.2.3 Filtre de aer

Au rolul de a reține impuritățile, în special, praful din aerul atmosferic aspirat de compresor și se montează în baterii, pe conducta de aspirație a compresorului. Din punct de vedere constructiv, filtrele sunt de formă paralelipipedică sau cilindrică, iar materialul filtrant este: tablă expandată, inele ceramice sau metalice, așchii de oțel, materiale textile etc. Cele mai utilizate sunt filtrele cu umplutură metalică (inele, șpan etc.) imersate în ulei (fig. 8.1.7) pentru a mări eficacitatea lor prin aderența prafului pe suprafața materialului filtrant, datorită forțelor de adeziune.

Filtrarea avansată a aerului comprimat, necesar în anumite domenii de utilizare (medicină, industria farmaceutică, alimentară, laboratoare etc.), se obține folosind filtre cu cartușe filtrante (produse, în general, de firme din Italia, Franța, Germania etc.) și anume:

- prefiltre (rețin particule cu dimensiuni medii de 3 μm) montate pe conducta de ieșire a aerului comprimat din rezervor;
- fine (rețin particule cu dimensiuni medii de 1 μm), montate pe conducta de ieșire din uscătorul de aer comprimat, după prefiltru;
- extrafine (rețin particule cu dimensiuni sub 0,01 μm); rețin toate impuritățile, inclusiv particule de ulei;
- cu carbon (cărbune) activ, cu grad de protecție 100 %, care reține mirosurile și vaporii din aerul comprimat.

Filtrele cu cartușe filtrante se produc pentru debite de aer comprimat între 400 și 19000 l/min.

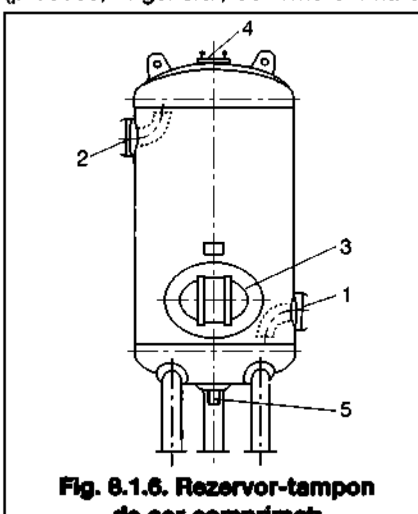


Fig. 8.1.6. Rezervor-tampon de aer comprimat:
1 – racord de intrare; 2 – racord de ieșire; 3 – gură de vizitare; 4 – racord pentru supapa de siguranță; 5 – racord pentru golire.

8.1.2.4 Uscătoare de aer comprimat

Au funcționarea prin absorbție și se folosesc în domeniile care necesită absența totală a umidității și condensatului în aerul comprimat, cum sunt: vopsiri de calitate, sablări, transport pneumatic, chimia alimentară, industria farmaceutică etc. Materialul absorbant este alumina activă compactată. Toate elementele uscătorului sunt construite din oțel inoxidabil.

Caracteristicile uscătoarelor de aer comprimat sunt:

- debitul de aer uscat: 250...2200 l/min;
- presiunea maximă de utilizare: 12...16 bar;
- caracteristicile electrice: 230 V, 50 Hz, 250 W;
- diametrele racordurilor pentru aer comprimat: 3/8"; 1/2"; 1".

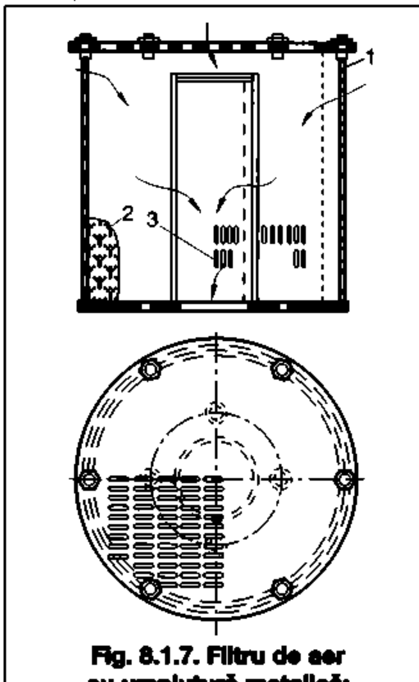


Fig. 8.1.7. Filtru de aer cu umplutură metalică:
1 – admisia aerului; 2 – material filtrant (umplutură metalică); 3 – ieșirea aerului.

8.1.3. Dimensionarea conductelor instalațiilor de aer comprimat

Ecuațiile fundamentale care se aplică la calculul conductelor de aer comprimat sunt:

- ecuația de continuitate, sub forma:
  - debitul masic:

$\dot{M}_a = \rho A\, v = \text{const.}$ [kg/s] (8.1.1)

  - debitul volumic:

$\dot{V} = A\, v = \text{const.}$ [m³/s] (8.1.2)

- ecuația de stare a aerului:

$\frac{p}{\rho} = RT$ [J/kg] (8.1.3)

Se consideră că, în timpul curgerii, aerul comprimat se destinde izotermic (T = const):

$\frac{p}{\rho} = const.$ [J/kg] (8.1.4)

- ecuația pierderilor de sarcină liniară h_{ri}, numeric egală cu căderea de presiune admisă, Δp_a, pentru dimensionarea conductelor:

$$h_{ri} = \Delta p_a = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2} \text{ [Pa]} \qquad (8.1.5)$$

în care:

ρ - densitatea aerului comprimat [kg/m³];
p - presiunea aerului comprimat [Pa];
T - temperatura absoluta a aerului comprimat [K];
R - constanta aerului uscat [J/kgK];

$$R = \frac{p_N}{\rho_N T_N} = \frac{101325}{1,293 \cdot 273,15} = 287 \text{J / kgK}$$

unde:
p_N = 101325 Pa este presiunea atmosferică normală, la temperatura T_N = 273,15 K iar ρ = 1,293 kg/m³ este densitatea aerului la temperatura T_N și presiunea p_N;

$A = \frac{\pi d^2}{4}$ aria secțiunii transversale a conductei, [m²];
d - diametrul interior al conductei [m];
l - lungimea conductei [m];
v - viteza medie a aerului comprimat în secțiunea transversală a conductei [m/s];
λ - coeficientul de rezistență hidraulică, dependent de regimul de curgere stabilit după valorile criteriului Reynolds, $Re = (v \cdot d)/\nu$ și de rugozitatea relativă $\Delta = d/k$ a suprafeței interioare a peretelui conductei (pentru aer comprimat, λ = 0,01...0,02);
$\nu = \frac{\eta}{\rho}$ coeficientul cinematic de vâscozitate a aerului comprimat [m²/s];
η - coeficientul de viscozitate dinamică al aerului comprimat [N·s/m²];
k - rugozitatea absolută a suprafeței interioare a peretelui conductei [m];
$\Delta p_a = p_i - p_f$ căderea de presiune a aerului comprimat, admisă pentru dimensionarea conductelor [Pa];
p_i - presiunea inițială, la intrarea aerului comprimat în tronsonul de conductă care se dimensionează [Pa];
p_f - presiunea finală a aerului comprimat, la ieșirea din tronsonul de

Tabelul 8.1.1. Valorile coeficienților de rezistență locală ζ_i pentru aer comprimat

Rezistența locală		Valorile coeficientului ζ_i — Diametrul interior [mm]									
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Cot din țeavă trasă	90° R=4D	1	1,7	2,5	3,2	4	5	6	7	8	9
	90° R=3D	1,5	2,5	4	5	6	7,5	9	11	12,5	14
Cot turnat		3,2	7,5	12,5	18	24	30	38	44	50	55
Cod sudat prin segmente		7,5	17,5	29	42	56	70	87	102	115	137
Compensator în formă de liră	R=12D	4	9,5	14,5	20	27	33	41	48	54	64
Idem cu cute		5	12	18,5	26	34	42	52	61	69	82
Cot cu cute	R=4D	1,7	2,8	4,2	5,5	6,5	8,5	10	12	13,5	15
	R=3D	2,4	4	6,5	8	9,5	12	14,5	17,5	20	23
Teu		3,6	5,5	8	6,3	15,5	21	26	32	36	43
Teu		4,5	7	9,5	14	19	25	31	38	43	51
Teu		5	11,5	17,5	26	36	47	65	74	84	100
Teu		4,5	9	14,5	20	26	34	41	47	54	63
Robinet cu ventil normal cu trecere		13	31	50	73	100	130	160	200	250	270
Robinet cu ventil colțar de trecere		10	20	32	45	61	77	95	115	130	150
Robinet cu ventil înclinat de trecere		2,1	5	8,5	12	16	20	25	33	38	39
Robinet cu ventil de reținere		3,2	7.5	12,5	18	24	30	38	44	50	59
Vană		0,6	1,5	2	3	4	5	6,5	7,5	8,5	10

conductă care se dimensionează [Pa].

Înlocuind viteza v, a aerului comprimat, din relația 8.1.2 în relația 8.1.5, (cu $A = \pi d^2/4$) și efectuând calculele, se obține următoarea relație pentru determinarea diametrului conductei:

$$d = 0,96 \cdot \sqrt[5]{\frac{\lambda \cdot \rho \cdot l \cdot V^2}{\Delta p_a}} \text{ [m]} \qquad (8.1.6)$$

La aplicarea relației 8.1.6, în general, se dă căderea de presiune admisă Δp_a pentru dimensionarea conductei și se aproximează inițial valoarea lui λ între limitele recomandate.

Coeficientul de rezistență hidraulică λ se calculează aplicând, după caz, următoarele relații:

- conducte cu suprafața interioară a peretelui netedă:

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \qquad (8.1.7)$$

pentru Re < 10^5

$$\lambda = 0,0054 + \frac{0,396}{Re^{0,3}} \qquad (8.1.8)$$

pentru 10^5 < Re < $2 \cdot 10^5$

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{Re^{0,237}} \qquad (8.1.9)$$

pentru $2 \cdot 10^5$ < Re < 10^8

- conducte cu suprafața interioară a peretelui rugoasă:

$$\lambda = \frac{1}{\left(2 \cdot \log \frac{d}{k} + 1,138\right)^2} \qquad (8.1.10)$$

cu următoarele valori pentru k [mm]:

- conducte din oțel sau fontă:
  k = 0,5...1,0 (conducte noi);
  k = 1,0...1,5 (conducte vechi);
  k = 1,5...3,0 (conducte vechi cu asperități pronunțate);
- furtun din cauciuc: k = 2,0...2,5.

Pierderile de sarcină liniare h_{rl} se calculează cu relația 8.1.5, în care se introduce valoarea calculată a coeficientului λ.

Pierderile de sarcină locale se calculează cu relația:

$$h_{rl} = \sum_{i=1}^{k} \zeta_i \frac{v^2}{2} \quad \text{[Pa]} \qquad (8.1.11)$$

în care ζ_i sunt coeficienții de pierdere de sarcină locală, având valori date în tabelul 8.1.1.

Pierderea totală de sarcină (liniară și locală) h_r, pe tronsonul de conductă dimensionat, este:

$$h_r = h_{rl} + h_{rl} \quad \text{[Pa]} \qquad (8.1.12)$$

Dimensionarea este corectă, dacă se îndeplinește condiția:

$$h_r = \zeta \Delta p_a \quad \text{[Pa]} \qquad (8.1.13)$$

Pentru rețele ramificate se determină pierderea totală de sarcină a aerului comprimat, pe traseul principal (cel mai dezavantajat) al rețelei și se verifică relația 8.1.13, în care caz Δp_a este căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductelor (montate în serie) care alcătuiesc acest traseu. Dacă relația 8.1.13 nu este îndeplinită, se corectează diametrele anumitor tronsoane, cu condiția ca acestea să fie continuu crescătoare de la cel mai dezavantajat punct consumator al rețelei până la compresor.

Exemplu de calcul

Să se dimensioneze o conductă dreaptă din oțel cu rezistențe locale neglijabile, având lungimea l = 300 m, care transportă un debit de aer comprimat $\dot{M}_a$ = 0,320 kg/s, cunoscând că presiunea inițială absolută este p_i = 6,3 bar, iar căderea de presiune admisă este de 10 % din presiunea inițială. Temperatura aerului comprimat este egală cu temperatura mediului ambiant, și anume, 20 °C. Se dă: η = 18,2x10^{-6} N·s/m² la temperatura aerului comprimat de 20 °C.

Rezolvare. Căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductei este:

$$\Delta p_a = \frac{10}{100} p_i = \frac{10}{100} 6,3 = 0,63 bar = 0,63 10^5 \text{Pa}$$

unde p_i = 6,3 10^5 Pa este presiunea inițială absorbită a aerului comprimat.

Se calculează densitatea aerului comprimat ρ aplicând relația 8.1.3 pentru starea de referință normală (T_N = 273,15 K și p_N = 101·325 Pa= =1,01325 bar) și respectiv, pentru starea inițială a aerului comprimat din conductă (T=293,15 K și p_i = 6,3 bar):

$$\rho = \rho_N \frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_N}{T} = 1,293 \frac{6,3}{1,01325} \cdot \frac{273,15}{293,15} = 7,49 \text{ kg / m}^3$$

unde ρ_N = 1,293 kg/m³ este densitatea aerului la starea de referință normală.

Debitul volumic de aer comprimat, ținând seamă de relațiile 8.1.2 și 8.1.1 este:

$$\dot{V} = \frac{\dot{M}_a}{\rho} = \frac{0,320}{7,49} = 0,043 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Se alege, preliminar, λ = 0,015 și se calculează diametrul interior al conductei, aplicând relația 8.1.6:

$$d = 0,96 \sqrt[5]{\frac{0,015 \cdot 7,49 \cdot 300 \cdot 0,043^2}{0,63 \cdot 10^5}} = 0,06 \text{ m} = 60 \text{ mm}$$

Se calculează viteza medie a aerului comprimat în conductă v, aplicând relația 8.1.2:

$$v = \frac{4V}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,042}{3,14 \cdot 0,06^2} = 14,85 \text{ m / s}$$

Coeficientul cinematic de viscozitate se determină cu relația:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \frac{18,2 \cdot 10^{-6}}{7,49} = 2,43 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$$

Se calculează criteriul Reynolds:

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{14,85 \cdot 0,06}{2,43 \cdot 10^{-6}} = 3,66 \cdot 10^5$$

și se constată că pentru calculul coeficientului de rezistență hidraulică λ se recomandă aplicarea relației 8.1.9:

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{\left(3,66 \cdot 10^5\right)^{0,237}} = 0,014$$

Se calculează pierderea de sarcină liniară h_{rl}, aplicând relația 8.1.5:

$$h_r = h_{rl} = \frac{\lambda \cdot l}{d} \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{0,014 \cdot 300 \cdot 7,49 \cdot 14,85^2}{0,06 \cdot 2} = 57810 \text{ Pa} = 0,578 \text{ bar}$$

Pierderile de sarcină locală fiind neglijabile (conform enunțului problemei) rezultă că pierderea totală de sarcină (relația 8.1.13) este $h_r = h_{rl}$ = 0,578 bar și se constată că relatia 8.1.13 este îndeplinită ($h_r < \Delta p_a$)

8.2. Instalații de oxigen

8.2.1. Proprietățile și utilizările oxigenului

Oxigenul este un gaz incolor, fără miros și fără gust, nu arde, întreține arderea și nu este otrăvitor.

Densitatea oxigenului gazos la temperatura T_N = 273,15 K (0 °C) și presiunea atmosferică normală p_N = 1,01325 bar (760 mm Hg) este ρ_N = 1,429 kg/m³. La presiunea atmosferică normală și la temperatura de -183 °C, oxigenul se transformă într-un lichid de culoare albăstruie. Dintr-un litru de oxigen lichid se formează prin evaporare, în condiții normale, 0,79 m³ de oxigen gazos. La temperatura de -218,4 °C și presiunea atmosferică de 760 mmHg, oxigenul se solidifică.

Împreună cu gazele combustibile (acetilena, metanul, butanul etc.) oxigenul formează amestecuri explozibile. Grăsimile și uleiurile în contact cu oxigenul se autoaprind, proprietate care poate da loc la accidente grave, în special în cazul manevrării instalațiilor de transport sau de utilizare a oxigenului, cu scule murdare.

Datorită proprietăților sale, oxigenul este utilizat sub formă gazoasă într-o

serie de procese tehnologice industriale și în diverse alte sectoare, cum ar fi: în instalațiile pentru tăierea și sudarea metalelor; în industria chimică; în siderurgie; în medicină etc.

8.2.2. Soluții constructive și scheme pentru instalații de oxigen

8.2.2.1 Instalații pentru distribuția și utilizarea oxigenului gazos

Punctele de lucru (consumatorii) se alimentează cu oxigen în două moduri:

- centralizat, de la o stație (rampă) de distribuție a oxigenului, printr-o rețea de conducte la care sunt racordate posturile de distribuție a oxigenului pentru punctele de lucru permanente;
- local, direct din butelii, când sunt în număr mic și răspândite la distanțe mari în incinta respectivă.

a. Stații centralizate (rampe) de distribuție a oxigenului

Rampele de distribuție a oxigenului (fig. 8.2.1) se fac duble; în timp ce se consumă gaz dintr-o parte, cealaltă parte se pregătește pentru a intra în funcțiune. Din butelii, oxigenul se descarcă prin serpentine din cupru (care au rolul de a atenua unda de șoc la scăderea presiunii), în distribuitorul rampei.

Cele două distribuitoare ale rampei sunt separate prin robinete cu ventil de închidere, care permit scoaterea sau punerea în funcțiune a fiecăreia dintre ele. Presiunea oxigenului în distribuitoarele rampei este indicată de un manometru prevăzut cu robinet de control. Pentru eliminarea apei rezultată din condensarea vaporilor de apă din oxigen, la distribuitoare se montează un sifon de condensat prevăzut cu robinet de purjare.

Din distribuitor, oxigenul trece prin reductorul de presiune și mai departe, în instalația de utilizare.

b. Posturi de distribuție a oxigenului (fig. 8.2.2)

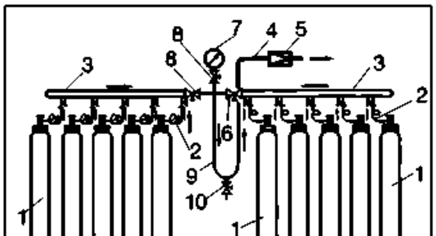


Fig. 8.2.1. Rampă de distribuție a oxigenului:
1 – butelii de oxigen; 2 – serpentine din cupru; 3 – colector; 4 – conductă; 5 – reductor de presiune; 6 – robinet; 7 – manometru; 8 – robinet de control; 9 – sifon de condensat; 10 – robinet de purjare.

Sunt alcătuite dintr-un distribuitor prevăzut cu prize (racorduri) pentru alimentarea cu oxigen a punctelor de lucru permanente. Distribuitorul este alimentat cu oxigen din conducta principală de distribuție, printr-un racord prevăzut cu robinet.

Fiecare priză este alcătuită dintr-un ștuț de țeavă sudat pe distribuitor, la care se montează un robinet de colț cu ventil, reductorul de presiune și furtunul din cauciuc cu inserție din pânză, pentru racord la aparatul de utilizare.

c. Rețeaua de conducte pentru distribuția oxigenului

De la stația de distribuție, oxigenul este transportat până la posturile de distribuție sau direct la punctele de lucru prin rețele de conducte. În procesul de curgere prin conducte, oxigenul se destinde și se răcește. Ținând seama că un metru cub de oxigen saturat, la temperatura de +30 °C, conține 30,3 g vapori de apă, iar la 0 °C numai 4,84 g vapori de apă, rezultă necesitatea montării unor separatoare de condensat prevăzute cu robinete de purjare, în punctele joase ale rețelei.

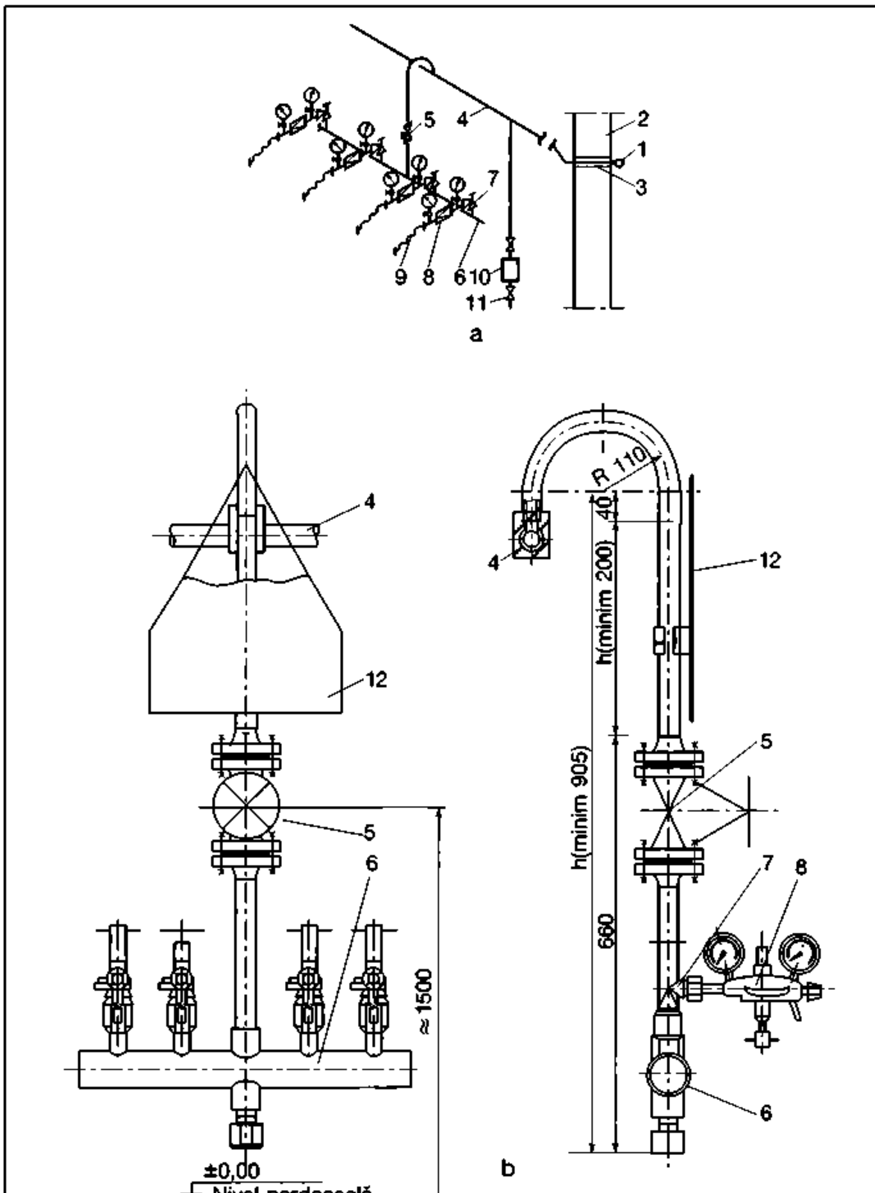


Fig. 8.2.2. Post de distribuție a oxigenului:
a – reprezentarea schematică a instalației; b – schema de montare;
1 – conducta exterioară pentru distribuția oxigenului; 2 – perete exterior; 3 – tub de protecție; 4 – rețea interioară pentru distribuția oxigenului; 5 – robinet principal; 6 – distribuitor cu patru prize; 7 – robinet de colț cu ventil; 8 – reductor de presiune pentru oxigen (tip RP15/56x150, STAS 7448); 9 – furtun din cauciuc; 10 – separator de condensat; 11 – robinet de purjare; 12 – indicator cu instrucțiuni de securitate pentru oxigen.

8.2.2.2 Instalații pentru transportul și distribuția oxigenului lichid

Transportul oxigenului lichefiat este mai ieftin, iar greutatea recipientelor necesare este mai mică decât în cazul depozitării și transportului oxigenului gazos, comprimat în butelii.

Pentru transportul și utilizarea oxigenului lichid sunt necesare: o cisternă mobilă și un gazeificator pentru transformarea oxigenului lichid în gaz, la presiunea de lucru.

Rezervorul pentru oxigen lichid (fig. 8.2.3) se compune dintr-o sferă din alamă căptușită cu un material termoizolant (carbonat de magneziu $MgCO_3$) protejat de mantaua din oțel. Rezervorul este prevăzut cu o gură de vizitare (control). Umplerea și golirea rezervorului cu oxigen lichid se efectuează printr-o conductă prevăzută cu un robinet de închidere.

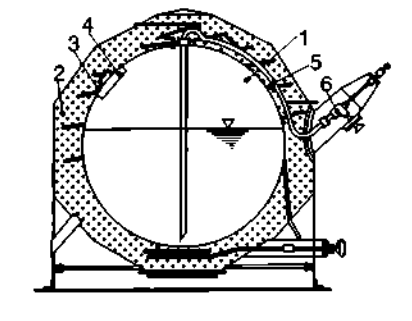


Fig. 8.2.3. Rezervor pentru oxigen lichid:
1 – rezervor sferic din alamă; 2 – termoizolație; 3 – manta din oțel; 4 – gură de vizitare; 5 – conductă; 6 – robinet.

Instalația de gazeificare (fig. 8.2.4) este compusă din următoarele părți principale: rezervorul (recipientul) A, care servește pentru depozitarea oxigenului lichid sub presiune, preîncălzitorul B cu două serpentine, pentru evaporarea oxigenului lichid, recipientul de rezervă pentru oxigenul gazos C și tabloul de distribuție D.

Caracteristicile tehnice ale gazeificatoarelor reci sunt următoarele: capacitatea recipientului sferic 1000 l; presiunea maximă de lucru 15 bar; debitul la presiunea de lucru de 5...15 bar este de 75...100 m³/h.

8.2.3. Materiale, echipamente și aparate pentru instalații de oxigen

8.2.3.1 Conducte și armături

Pentru transportul oxigenului până la presiuni de 30 bar se folosesc țevi trase din oțel; peste această presiune se folosesc țevi trase din cupru, care nu sunt corodate de oxigen, eliminându-se astfel și pericolul oxidării („arderii") rapide a lor, ca urmare a descărcărilor electrice accidentale în curentul de gaz sau din cauza aprinderii particulelor de rugină, ca o consecință a frecării gazului de suprafața interioară a pereților conductei din oțel. Descărcarea electrică este posibilă mai ales în sectorul situat imediat după ventilul care se găsește pe conductă, deoarece în momentul închiderii sau deschiderii acestuia, oxigenul trece prin el cu viteza critică, adică cu viteza propagării undei de presiune în mediul respectiv. Ca măsură de protecție împotriva „arderii" conductei din oțel se recomandă ca, imediat după ventile, să se introducă segmente de țeavă din cupru sau din alamă.

Toate conductele din oțel pentru transportul oxigenului se îmbină prin sudură, iar cele din cupru, fie prin sudură, fie prin lipitură tare. Flanșele sau manșoanele cu filet se folosesc numai la asamblarea armăturilor.

Armăturile montate pe conductele de oxigen, cum sunt robinetele cu ventile de închidere și reglare sunt confecționate din bronz sau alamă. Oțelul

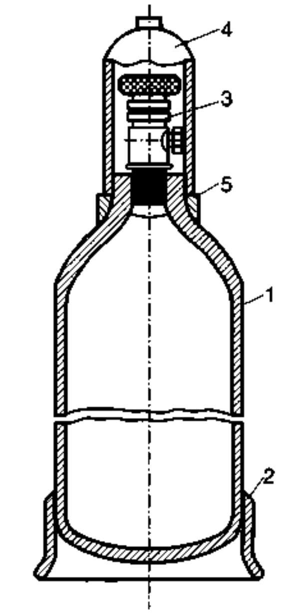


Fig. 8.2.5. Butelie de oxigen:
1 – corpul buteliei; 2 – suport cu baza dreptunghiulară; 3 – robinet de închidere; 4 – capac; 5 – inel.

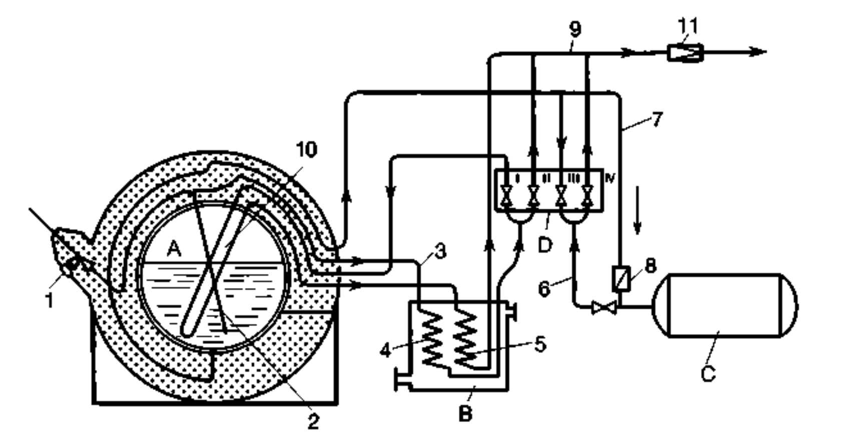


Fig. 8.2.4. Schema de principiu a instalației de gazeificare a oxigenului lichid:
1 – robinet de umplere a rezervorului cu oxigen lichid; 2 – conductă de umplere; 3 – conducta de ieșire a oxigenului lichid din rezervor; 4 – serpentină principală; 5 – serpentina secundară; 6 – conductă de legătură; 7 – conducta de intrare a oxigenului gazos; 8 – ventil de reținere; 9 – conductă de ieșire a oxigenului gazos (spre consumatori); 10 – vaporizator; 11 – reductor de presiune pentru oxigen gazos; A – rezervor cu oxigen lichid; B – preîncălzitor; C – recipient pentru oxigen gazos; D – tablou de distribuție.

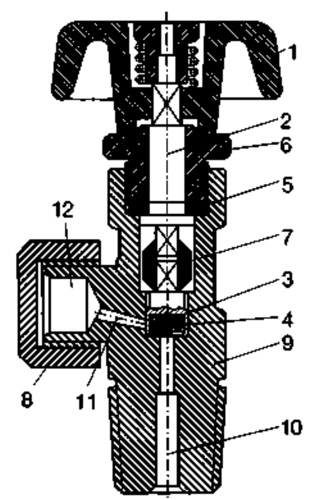


Fig. 8.2.6. Robinet cu ventil pentru butelia de oxigen:
1 – rozetă; 2 – tijă; 3 – ventil; 4 – pastila ventilului (ebonită); 5 – garnitură; 6 – bucșă; 7 – corpul ventilului; 8 – capac-piuliță; 9 – corp conic; 10 și 11 – canale de evacuare a oxigenului din robinet; 12 – racord la reductorul de presiune.

inoxidabil protejează armătura împotriva coroziunii, dar și împotriva arderii, deoarece oțelurile inoxidabile nu ard în oxigen.

Diametrele nominale standardizate ale robinetelor de închidere și reglare pentru oxigen sunt: 15, 20, 25, 40 și 50 mm.

8.2.3.2 Butelii de oxigen

Buteliile de oxigen (fig. 8.2.5) se confecționează din oțel, prin laminare fără sudură și trebuie să reziste la o presiune de 250...300 bar. După fabricare, buteliile sunt verificate cu atenție (eventual supuse la raze X) să nu aibă fisuri, crăpături sau coroziuni. Butelia obișnuită are capacitatea de 40 l, înălțimea de 1390 mm, diametrul interior de 219 mm, grosimea pereților 7...8 mm; greutatea buteliei umplute cu oxigen este de 81 kg.

Volumul buteliilor se măsoară prin umplerea lor cu apă și se marchează, prin imprimare, la exteriorul buteliilor.

Suportul dreptunghiular de la partea inferioară, confecționat cu tablă din oțel, împiedică rostogolirea buteliei în timpul transportului, când ea este așezată orizontal.

La partea superioară a buteliei se montează un robinet cu ventil (fig. 8.2.6), STAS 2499, care servește pentru închiderea și pentru racordarea reductorului de presiune. Robinetul se confecționează din alamă și nu trebuie uns cu lubrifiant, deoarece, din cauza frecării, se poate provoca ușor o autoaprindere urmată de explozia buteliei.

Pentru a evita o schimbare la umplerea cu diferite gaze industriale, buteliile pentru oxigen se vopsesc pe partea conică cu un inel de culoare albastră deschisă, cu lățimea de 5 cm (conform STAS 2031).

8.2.3.3 Reductoare de presiune pentru oxigen

Cele de construcție românească, conform STAS 7448 (fig. 8.2.7), se compun dintr-un corp, care se atașează printr-o țeavă prevăzută cu o piuliță, la robinetul buteliei de oxigen. Prin deschiderea robinetului buteliei, oxigenul pătrunde prin niște canale, în camera reductorului, în care are loc reducerea presiunii prin efectul de laminare, la trecerea oxigenului prin secțiunea eliberată de ventil și membrana elastică aflată în echilibru dinamic sub acțiunea forței de presiune a gazului și a forței elastice a unui resort. Presiunea redusă este reglată prin modificarea forței elastice a resortului, manevrând șurubul de reglare a reductorului.

8.2.4. Dimensionarea conductelor de distribuție a oxigenului gazos

Procesul de curgere a oxigenului gazos în conducte are loc cu destindere izotermă, astfel că, la dimensionarea conductelor se aplică aceleași relații generale de calcul ca și la aerul comprimat (§ 8.1.3)

Diametrul interior al conductelor se calculează cu relația:

$$d = 0,96 \cdot \sqrt[5]{\frac{\lambda \cdot \rho \cdot l \cdot \dot{V}^2}{\Delta p_a}} \quad [\text{m}] \qquad (8.2.1)$$

în care:

ρ - densitatea oxigenului [kg/m³];

λ - coeficientul de rezistență hidraulică (se recomandă valoarea medie $\lambda = 0,02$);

l - lungimea tronsonului de conductă [m];

$\dot{V}$ - debitul volumic de oxigen gazos [m³/s];

$\Delta p_a = p_i - p_f$ - căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductelor, numeric egală cu pierderea de sarcină [Pa]; se recomandă: $\Delta p_a = (0,002...0,05)\ p_i$;

p_i - presiunea inițială (în secțiunea de intrare a oxigenului în conductă), [bar]; pentru primul tronson al rețelei (racordat la butelia de oxigen),

p_i = 150 bar = $150 \cdot 10^5$ Pa;

p_f - presiunea finală, la ieșirea oxigenului din tronsonul de conductă care se dimensionează [Pa].

Exemplu de calcul

Se dimensionează o conductă dreaptă cu lungimea l = 20 m pentru transportul unui debit de 0,30 kg/s oxigen gazos, la temperatura de 20 °C, cunoscând următoarele date: p_i = 150 bar; $\Delta p_a = 0,01 \cdot p_i$; $\lambda = 0,02$.

Rezolvare. Densitatea oxigenului la temperatura de 20 °C (293,15 K) și presiunea absolută de 150 bar, este:

$$\rho = \rho_N \cdot \frac{p_i}{p_N} \cdot \frac{T_N}{T} = 1,429 \cdot \frac{150}{1,01325} \cdot \frac{273,15}{293,15} = 197,1 \text{ kg/m}^3$$

unde ρ_N = 1,429 kg/m³ este densitatea oxigenului la starea normală (p_N = 1,01325 bar și T_N = 273,15 K).

Debitul volumetric de oxigen gazos:

$$\dot{V} = \frac{0,30}{197,1} = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$$

Căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductei :

$\Delta p_a = 0,01 \cdot 150$ = 1,5 bar = $1,5 \cdot 10^5$ Pa

Diametrul interior al conductei de oxigen:

$$d = 0,96 \sqrt[5]{\frac{0,02 \cdot 197,1 \cdot 20 \cdot \left(1,52 \cdot 10^{-3}\right)^2}{1,5 \cdot 10^5}} = 0,016 \text{ m} = 16 \text{ mm}$$

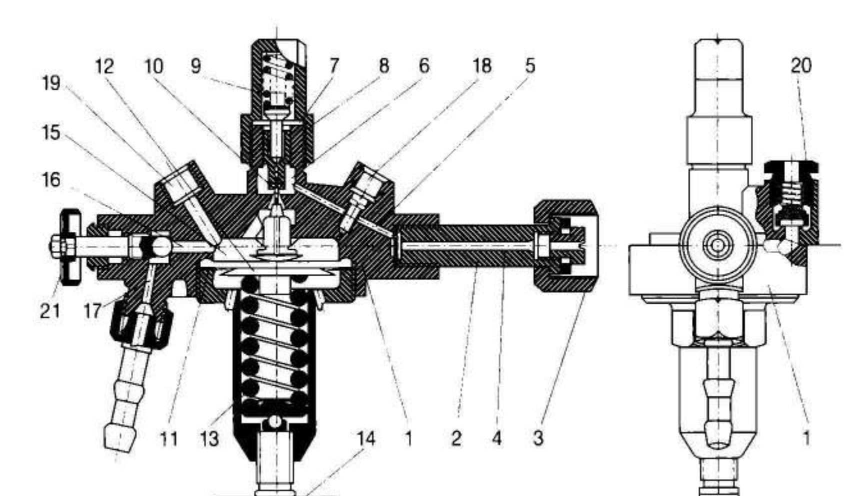


Fig. 8.2.7. Reductorul de presiune pentru oxigen (STAS 7448):
1 – corp; 2 – țeavă de legătură la butelia de oxigen; 3 – piuliță de racord la robinetul buteliei de oxigen; 4 și 5 – canale pentru admisia oxigenului din butelie în reductor; 6 – cameră; 7 – ventil; 8 – garnitură; 9 – arc spiral; 10 – cui; 11 – membrană elastică; 12 – disc; 13 – arc de reglare (resort); 14 – șurub de reglare; 15 – cameră; 16 și 17 – canale de evacuare a oxigenului cu presiunea redusă, din reductor; 18 – racord cu filet pentru manometrul care măsoară presiunea înaltă a oxigenului din butelie; 19 – racord cu filet pentru manometrul care măsoară presiunea redusă (de utilizare) a oxigenului; 20 – supapă de siguranță; 21 – rotiță pentru acționarea ventilului de închidere a evacuării oxigenului cu presiune redusă.

8.3. Instalații de acetilenă

8.3.1. Proprietățile și utilizările acetilenei

Acetilena (C_2H_2) este un gaz combustibil, generat prin reacția chimică dintre carbura de calciu (carbid) și apă.

Acetilena este o hidrocarbură nesaturată. Un kilogram de acetilenă conține 92,3 % carbon și 7,7 % hidrogen. Masa moleculară a acetilenei este $M_{C_2H_2}$ = 26,039 kg/kmol. Densitatea acetilenei la starea normală (p_N=1,01325 bar și T_N = 273,15 K) este ρ_{aN} =1,168 kg/m^3_N.

Acetilena pură este un gaz incolor, cu miros slab eteric și cu gust dulceag. Aspirată timp mai îndelungat, provoacă amețeli, chiar otrăviri. Acetilena tehnică conține o serie de impurități, în primul rând hidrogen fosforat (H_3P) și hidrogen sulfurat (H_2S), datorită cărora are un miros iritant.

Acetilena în stare gazoasă formează cu aerul amestecuri explozibile. Limitele de explozie, exprimate în concentrații volumice, sunt: inferioară 2,40 % și superioară 82 %.

La presiunea absolută de 67 bar și temperatura de -37 °C, acetilena se lichefiază.

Acetilena aprinsă în atmosfera liberă arde liniștit. La o concentrație volumică de 10 % acetilenă în aer, viteza maximă de ardere este de 1,31 m/s.

Cantitatea teoretică de oxigen necesar arderii complete a acetilenei la starea normală este:
2,50 m^3_N·O_2/ m^3_N C_2H_2, iar cantitatea teoretică de aer necesar arderii este 11,90 m^3_N aer/m^3_N C_2H_2.

Temperatura teoretică de ardere a acetilenei, la starea normală, este 2933 K iar temperatura medie de ardere, rezultată din măsurători, este de 2598 K. Temperatura de autoaprindere a acetilenei este de 578 K.

Puterea calorică inferioară a acetilenei, la starea normală, este:
P_{ci} = 56337 KJ/m^3_N.

8.3.2. Soluții constructive și scheme pentru instalații de acetilenă

8.3.2.1 Stații centrale pentru producerea și distribuția acetilenei

Acetilena produsă în generator (fig. 8.3.1), trece prin supapa hidraulică de siguranță, în aparatul de spălare și răcire și apoi intră în rezervorul de gaz (gazometru), unde este înmagazinată sub presiune constantă. Impuritățile din acetilenă sunt reținute într-un aparat de epurare.

Pentru reducerea și reglarea presiunii acetilenei necesare la anumite puncte de lucru se utilizează reductoare de presiune.

Instalațiile pentru producerea acetilenei se amplasează, de regulă, într-o clădire comună cu stația pentru distribuția oxigenului, dar în încăperi complet separate (fig. 8.3.2).

Clădirea stației de acetilenă trebuie executată din material neinflamabil și cu acoperiș ușor. Pardoseala încăperii se face din ciment acoperit eventual cu bitum. Iluminarea artificială se admite numai exterior prin ferestre. Întreaga rețea electrică trebuie să fie exterioară. Ușile și ferestrele se vor deschide în afară. Încălzirea stației se va face cu agent termic abur sau apă caldă. Depozitul de carbură nu trebuie încălzit, ci numai ventilat pe cale naturală sau cu instalație de ventilare mecanică.

8.3.2.2 Rețele de conducte pentru distribuția acetilenei

Rețeaua de distribuție face legătura dintre stația centrală de acetilenă și consumatori (puncte de lucru) și se compune din conductele din afara atelierelor (conducte exterioare) și conductele din ateliere.

Conductele pentru transportul și distribuția acetilenei se execută cu țevi

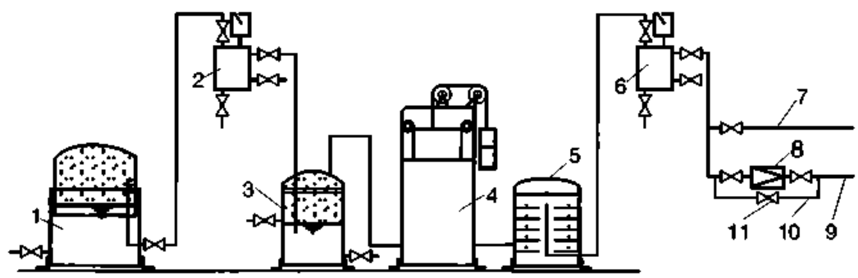


Fig. 8.3.1. Schema instalației (stației) centrale pentru producerea și distribuția acetilenei:
1 – generator de acetilenă; 2 și 6 – supapă hidraulică de siguranță; 3 – aparat de spălare și răcire a acetilenei; 4 – gazometru; 5 – aparat de epurare a acetilenei; 7 – conductă de distribuție a acetilenei; 8 – reductor de presiune; 9 – conductă de distribuție a acetilenei cu presiune redusă; 10 – conductă de ocolire; 11 – robinet.

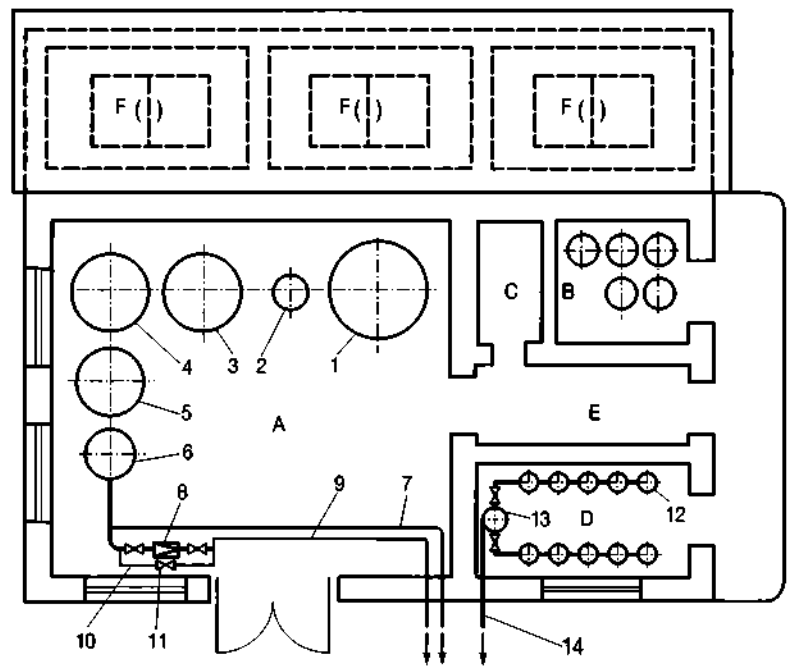


Fig. 8.3.2. Stația centrală de acetilenă:
A – încăperea generatorului de acetilenă; B – depozitul intermediar pentru carbid (carbură de calciu); C – încăperea pentru deschiderea butoaielor de carbid; D – încăperea stației (rampei) de distribuție a oxigenului; E – cameră tampon (sas); F – bazine pentru nămol de var; reperele 1...11 ca la fig. 8.3.1; 12 – butelii de oxigen; 13 – reductor de presiune pentru oxigen; 14 – conductă de distribuție a oxigenului.

negre din oțel și se instalează pentru o presiune de cel mult 1,5 bar.

Se evită întrebuințarea țevilor din cupru, deoarece în contact mai îndelungat cu acetilena se formează acetilura de cupru C_2Cu_2, combinație care explodează la încălzire.

La locul derivațiilor pentru acetilenă se intercalează câte o supapă hidraulică de siguranță, iar deasupra lor se montează pâlnii de ventilare.

În ateliere, conductele se amplasează fie în canale sub pardoseală, fie pe pereții și stâlpii atelierului. Conductele amplasate în canale se bitumineează și se înfășoară cu pânză de sac.

În punctele cele mai joase ale rețelei se montează oale de condensat, pentru eliminarea vaporilor de apă care se separă din acetilenă prin condensare.

Rețelele exterioare se pot monta aerian, pe suporturi din materiale incombustibile sau în canale din zidărie sau beton îngropate în sol (fig. 8.3.3), prevăzute cu două compartimente, separate de un perete despărțitor. Într-un compartiment se montează conducta de oxigen, iar în celălalt conducta de acetilenă. În dreptul îmbinărilor conductei de acetilenă se prevăd tuburi de evacuare (răsuflători) care se retrag la peretele halei și se montează pe înălțimea acesteia până deasupra acoperișului sau terasei.

Pe traseele exterioare comune din incintele industriale, conductele de acetilenă se montează la circa 500 mm deasupra celor de oxigen. Sunt interzise traseele exterioare comune cu cabluri electrice sau conducte termice, pentru evitarea pericolului de incendiu și explozie.

8.3.2.3 Instalații locale pentru distribuția și utilizarea acetilenei

Pentru punctele de lucru nepermanente, se poate utiliza fie un generator

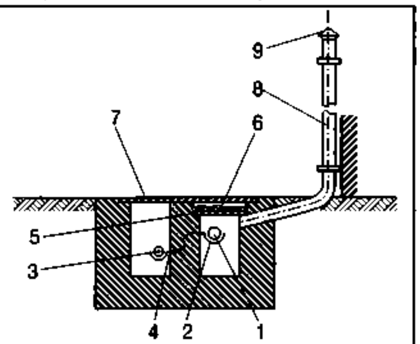


Fig. 8.3.3. Montarea conductei de acetilenă în canal comun cu conducta de oxigen:
1 – conducta de acetilenă; 2 și 4 – console; 3 – conducta de oxigen; 5 – placă perforată; 6 – strat izolator; 7 – capac; 8 – tub de evacuare a scăpărilor de acetilenă; 9 – căciulă de protecție.

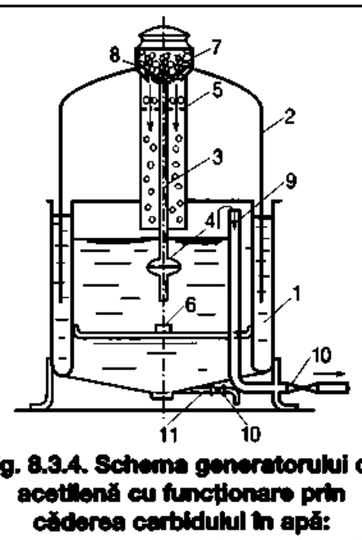


Fig. 8.3.4. Schema generatorului de acetilenă cu funcționare prin căderea carbidului în apă:
1 – recipient; 2 – clopot; 3 – tijă; 4 – plutitor; 5 – opritor; 6 – ghidaj; 7 – coș de carbid (siloz); 8 – clapete articulate; 9 – țevă imersată pentru acetilenă; 10 – robinet de închidere; 11 – conductă de golire.

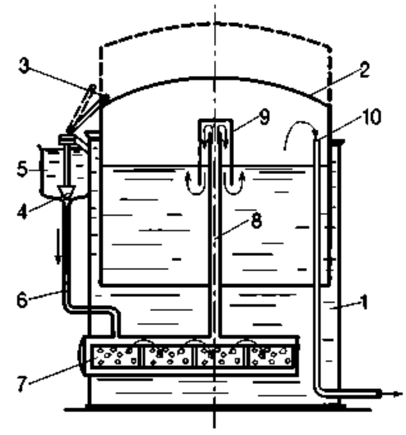


Fig. 8.3.5. Schema generatorului de acetilenă cu funcționare prin căderea apei peste carbid:
1 – recipient; 2 – clopot; 3 – pârghie; 4 – ventil; 5 – rezervor de apă; 6 – conductă pentru alimentare cu apă peste carbid; 7 – sertar; 8 – țeavă imersată pentru acetilenă; 9 – supapă hidraulică de siguranță; 10 – țeavă imersată pentru evacuarea acetilenei.

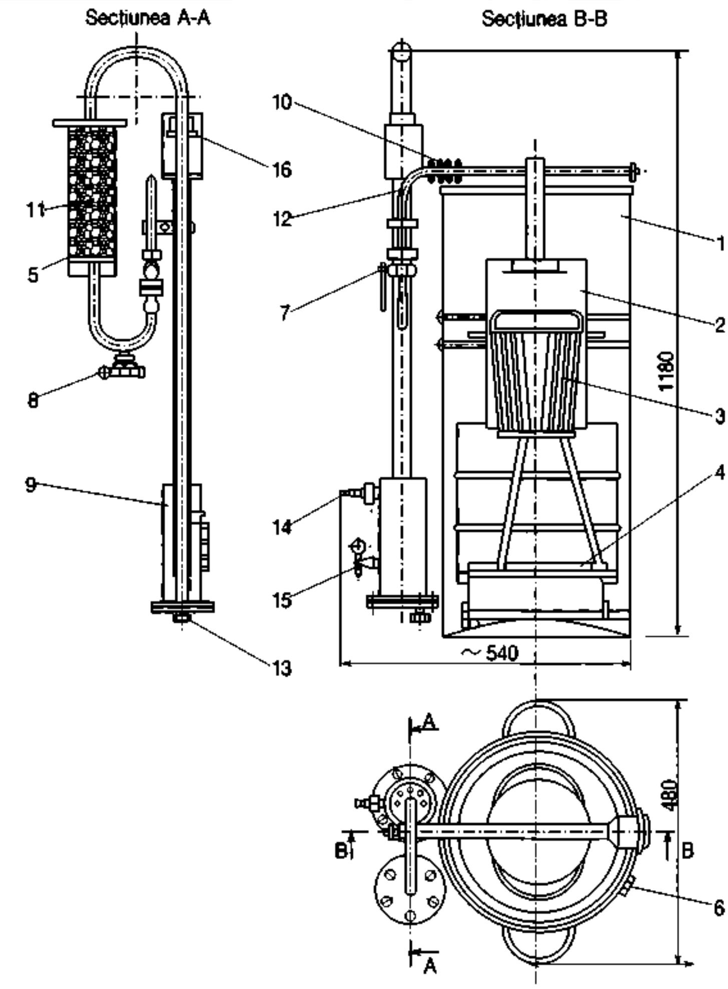


Fig. 8.3.6. Schema generatorului cu funcționare prin contact temporar între apă și carbid:
1 – corpul generatorului; 2 – colector de gaz; 3 – coș de carbid; 4 – suport; 5 – filtru de acetilenă; 6 – ștuț de golire; 7 și 8 – robinete cana; 9 – supapă hidraulică; 10 – bridă; 11 – umplutură de cocs metalurgic; 12 – conductă de racord; 13 – pipiliță-dop; 14 – racord pentru furtun; 15 – robinet de nivel; 16 – pâlnie.

portabil de acetilenă, prevăzut cu supapă hidraulică de siguranță, fie butelii cu acetilenă dizolvată. Distribuția acetilenei la aparatele de utilizare (arzătoare) se face prin furtun din cauciuc.

8.3.3. Materiale și aparate pentru instalațiile de acetilenă

8.3.3.1 Generatoare de acetilenă

Sunt aparate în care are loc reacția chimică între carbid și apă pentru formarea acetilenei, se clasifică după următoarele criterii:

- presiunea limită a acetilenei generate: generatoare de presiune mică - cu o suprapresiune (față de presiunea atmosferică) până la 0,1 bar ; generatoarele de presiune mare - peste 1,5 bar;
- modul de contact dintre carbid și apă: căderea carbidului în apă; curgerea apei peste carbid; contact temporar între carbid și apă (și anume inundarea carbidului în apă sau imersiunea în apă a carbidului conținut într-o colivie perforată);
- posibilitățile de transport: aparate portabile (mici), semiportabile și fixe.

Generatorul cu funcționare prin căderea carbidului în apă (fig. 8.3.4) este alcătuit, în principal, dintr-un recipient parțial umplut cu apa necesară reacției și un clopot mobil. La scăderea presiunii în spațiul cu gaz, clopotul coboară simultan cu o tijă ghidată de un inel; coborârea este limitată de un opritor. Această deplasare determină ridicarea conului de închidere care permite căderea carbidului din rezervorul de carbid în spațiul cu apă al recipientului. Presiunea acetilenei generate ridică din nou clopotul și închide conul de alimentare cu carbid. Acetilena trece prin conducta imersată în spațiul de apă și printr-un robinet spre instalația de utilizare. Nămolul adunat pe fundul vasului se elimină periodic prin robinetul de purjare.

Acest tip de generator este utilizat în instalațiile stabile având o productivitate de peste 20 m^3_N/h. Randamentul său este de 50...80 %, iar gazul produs este uscat și răcit.

Generatorul cu funcționare prin curgerea apei peste carbid (fig. 8.3.5) produce acetilenă ca urmare a contactului periodic dintre o cantitate determinată de apă și carbidul aflat într-o retortă.

Generatorul funcționează astfel: în lipsa acetilenei clopotul coboară, iar pârghia solidară cu el, printr-o articulație, ridică ventilul care permite curgerea unei cantități de apă din vas prin conductă în primul compartiment al sertarului. Acetilena dezvoltată de contactul apă-carbid este captată printr-un tub, spălată și răcită prin supapa hidraulică.

Acetilena produsă dezvoltă pe partea inferioară a clopotului o presiune care îl ridică și determină oprirea alimentării cu apă. Reacția continuă și pe măsură ce se formează, acetilena trece prin conducta imersată spre consumator.

Randamentul acestui tip de generator este 83...85 % în cazul tipului portabil și de 85...95 % la cel stabil.

Generatorul cu funcționare prin contact temporar între apă și carbid (fig. 8.3.6) este de tip portabil, fabricat în țară și are următoarele caracteristici:

- presiunea de lucru maximă admisă a acetilenei: 0,035 bar (350 mm H_2O), deci este un generator de joasă presiune;
- debitul maxim de acetilenă produsă în condițiile unei exploatări normale este de 1,25 m^3_N/h;
- încărcătura maximă de carbid cu granulația între 25 și 80 mm este de 4 kg;
- volumul de apă necesar pentru reacția chimică și răcirea acetilenei este de 62 l;
- greutatea netă, fără încărcătură de apă și carbid este de 40 kg;
- dimensiunile de gabarit: 480 x 540 x 1180 mm.

8.3.3.2 Aparate pentru spălarea, epurarea și răcirea acetilenei

Aparatul pentru răcirea și spălarea acetilenei (fig. 8.3.7) reține impurități mecanice și gaze solubile în apă, ca: amoniacul (NH_3) și o parte din hidrogenul sulfurat (H_2S). Acest aparat, parțial umplut cu apă, oprește totodată și întoarcerea gazului din gazometru în generatorul de acetilenă.

În timpul exploatării trebuie verificat

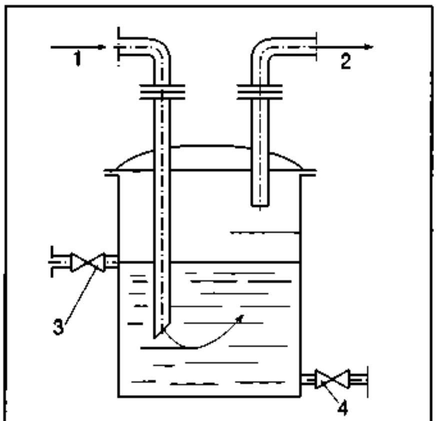


Fig. 8.3.7. Schema aparatului pentru răcirea și spălarea acetilenei:
1 – intrare acetilenă; 2 – ieșire acetilenă; 3 – robinet pentru controlul nivelului apei; 4 – robinet de golire.

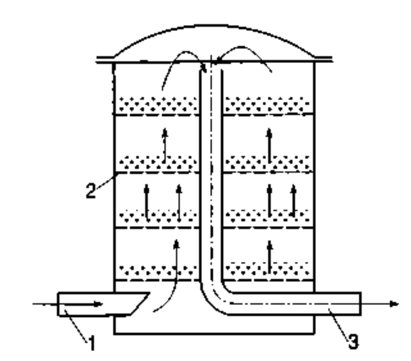


Fig. 8.3.8. Schema aparatului pentru epurarea acetilenei:
1 – intrare acetilenă; 2 – placă perforată; 3 – ieșire acetilenă.

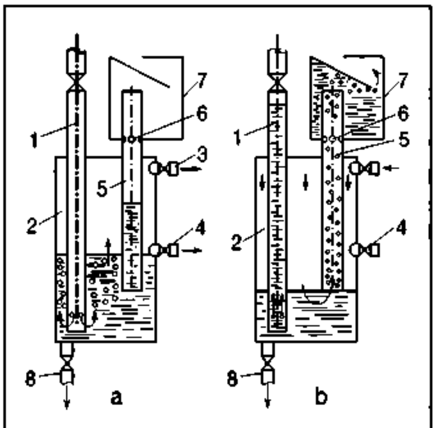


Fig. 8.3.9. Supapă de siguranță cu gardă hidraulică:
a – funcționare în regim normal;
b – funcționare la suprapresiune;
1 – intrare acetilenă; 2 – rezervorul supapei; 3 – ieșire acetilenă; 4 – robinet de control al nivelului apei; 5 – țeavă de evacuare; 6 – orificiu; 7 – rezervor deschis; 8 – robinet de golire.

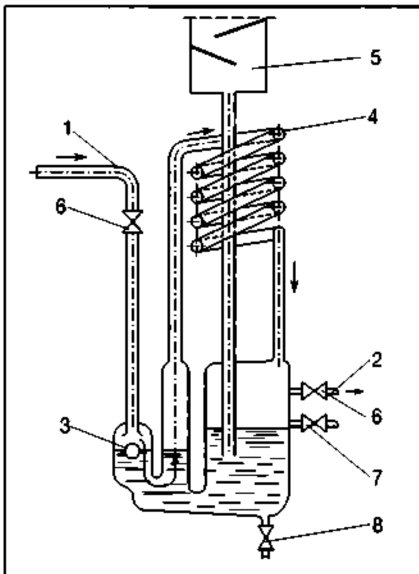


Fig. 8.3.10. Supapă de siguranță cu ventil de reținere:
1 – intrare acetilenă; 2 – ieșire acetilenă; 3 – plutitor sferic; 4 – serpentină; 5 – rezervor deschis; 6 – robinet de închidere; 7 – robinet pentru controlul nivelului apei; 8 – robinet de golire.

ca nivelul apei din aparat să nu scadă sub nivelul robinetului de control; în caz contrar, aparatul trebuie imediat umplut cu apă până la acest nivel.

Aparatul pentru epurarea acetilenei (fig. 8.3.8) este un recipient cilindric compartimentat, în care pe plăci perforate, se află substanțe (în care elementul activ este cromul) care acționează asupra combinațiilor volatile de sulf și fosfor și le transformă în combinații chimice nevolatile.

8.3.3.3 Dispozitive de siguranță pentru instalațiile de acetilenă

Au rolul de a evita propagarea flăcării prin conductele de acetilenă, de la consumator către generatorul de acetilenă.

Supapa de siguranță cu gardă hidraulică (fig. 8.3.9) este utilizată la generatoarele portabile de joasă presiune. În timpul funcționării normale, gazul vine din generator, trece prin apa din supapă și se adună la partea superioară a acesteia de unde trece spre consumator. Dacă în conductă apare un curent de sens invers, nivelul apei din supapă coboară până la extremitatea tubului de siguranță prin care gazul scapă în atmosferă. Umplerea supapei se verifică printr-un robinet de control.

Supapa de siguranță cu ventil de reținere (fig. 8.3.10) în funcționare normală permite accesul acetilenei de la generator către consumator; un plutitor sferic (ventil de reținere) se află într-o poziție care permite curgerea gazului.

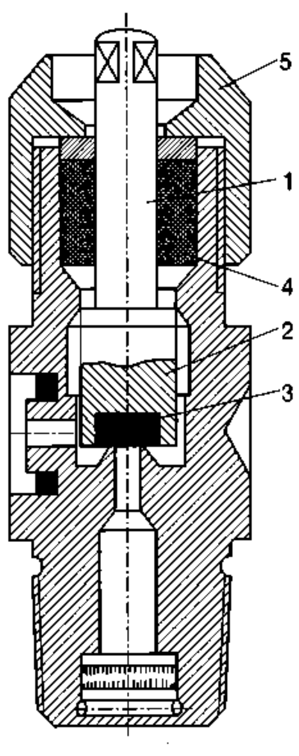


Fig. 8.3.11. Robinet de închidere pentru butelia de acetilenă:
1 – tijă filetată; 2 – ventil; 3 – dop de închidere din ebonită; 4 – garnitură; 5 – bucșă.

În cazul întoarcerii flăcării oxiacetilenice de la arzător, țeava spirală amortizează unda de șoc; datorită suprapresiunii apa este refulată și determină ridicarea plutitorului, oprind unda de șoc către generatorul de acetilenă. Excesul de gaz se elimină în atmosferă.

8.3.3.4 Butelii de acetilenă

Sunt de formă cilindrică cu capacitatea de 40 l și confecționate din oțel cu grosimea pereților de 5...8 mm. În general, o butelie conține (în volum): 25 % masă poroasă (cărbune de lemn, plută granulată, azbest, kiselgur etc.); 38 % acetonă; 29 % acetilenă dizolvată, iar restul de 8 % formează la partea superioară a buteliei un spațiu de siguranță pentru a evita antrenarea acetonei împreună cu acetilena în timpul lucrului. Rolul masei poroase în care pătrunde acetilena dizolvată în acetonă este de a evita pericolul de explozie datorită presiunii ridicate (maximum 16 bar) a acetilenei.

Robinetul buteliei de acetilenă (fig. 8.3.11) este confecționat din oțel și nu are roată de manevră, deschiderea și închiderea sa făcându-se cu ajutorul unei chei tubulare.

În timpul transportului și utilizării buteliilor de acetilenă se iau măsuri de evitare a pericolelor de incendii și explozii.

8.3.3.5 Reductoare de presiune pentru acetilenă

Au aceeași construcție și funcționează după același principiu ca și reductorul de presiune pentru oxigen.

8.3.3.6 Țevi, fitinguri și armături pentru instalații de acetilenă

Pentru transportul și distribuția acetilenei se folosesc numai țevi din oțel fără sudură longitudinală. Se recomandă ca îmbinările să se facă de preferință prin sudură. Pentru îmbinări demontabile se admit numai flanșe din oțel.

Armăturile prin care circulă acetilenă cu o concentrație volumică de peste 25 %, indiferent de presiunea de regim, trebuie să fie confecționate din oțel. Utilizarea fontei este interzisă.

8.3.4. Dimensionarea instalațiilor de acetilenă

8.3.4.1 Debitul de acetilenă produs de generator

Debitul de acetilenă $\dot{M}_a$, la temperatura de 293,15 K (20 °C) și presiunea de 1,01325 bar, produs de generator, se determină cu relația:

$$\dot{M}_a = \frac{\eta \cdot a \cdot m_c}{10^3 \cdot t} \quad [m^3/s] \qquad (8.3.1)$$

în care:

η - randamentul generatorului de acetilenă, definit ca raportul între volumul de gaz produs într-un interval de timp dat și volumul care corespunde carburii folosite; valorile lui η variază, după sistemul de construcție și modul de exploatare a generatorului, între 0,75 și 0,95;

a - cantitatea de acetilenă degajată de 1 kg de carbură de calciu [l/kg];

t - durata de funcționare a generatorului între două încărcări [s];

m_c - masa unei încărcături de carbură [kg], pentru durata t de funcționare a generatorului.

Valorile duratei de funcționare t depind de tipul și destinația generatorului; pentru cele staționare t = 1...3 ore; pentru cele portabile t = 0,3...1 oră.

8.3.4.2 Debite de apă necesare pentru producerea și răcirea acetilenei

Debitul de apă $\dot{M}_{ar}$, consumat pentru reacția chimică de folosire a acetilenei (dedus din bilanțul masic) este dat de relația:

$$\dot{M}_{ar} = \frac{m_c}{t}\left[\frac{2M_w}{M_c} \cdot \frac{a}{a_0} + \frac{M_w}{M_{0c}}\left(0.94 - \frac{a}{a_0}\right)\right] \quad [kg/s] \qquad (8.3.2)$$

în care:

a_0 - cantitatea de acetilenă degajată de 1 kg de carbură de calciu chimic pură [l/kg] la temperatura de 293,15 K și presiunea de 1,01325 bar (a_0 = 373,4 l/kg);

a/a_0 - gradul de utilizare a carburii de calciu; în medie 1 kg carbură de calciu conține 6 % substanțe străine care nu se descompun și, deci, oxidul de calciu din 1 kg de carbură tehnică este:

$$\left(0,94 - \frac{a}{a_0}\right) kg$$

- M_w, M_c și M_{0c} - masele moleculare ale apei (M_w = 18,016 kg/kmol), carburii de calciu (M_c = 64, 1 kg/kmol) și oxidului de calciu (M_{0c} = 56,08 kg/kmol).

Înlocuind masele moleculare ale apei, carbidului și oxidului de calciu cu valorile lor în relația 8.3.2, se obține:

$$\dot{M}_{ar} = \frac{m_c}{t}\left[0,562 \cdot \frac{a}{a_0} + 0,322 \cdot \left(0.94 - \frac{a}{a_0}\right)\right] \quad [kg/s] \qquad (8.3.3)$$

Debitul total de apă $\dot{M}$ necesar reacției chimice și răcirii acetilenei, care se introduce în generatorul de acetilenă este dat de relația:

$$\dot{M} = \dot{M}_{ar} + \frac{Q_a}{c_a \cdot \left(\theta_2 - \theta_1\right)} \quad [kg/s] \qquad (8.3.4)$$

în care:

c_a - căldura specifică a apei [J/kg K];

θ_1 și θ_2 - temperaturile inițială, respectiv, finală ale apei [°C];

Q_a - debitul de căldură preluat de apă [W].

8.3.4.3 Dimensionarea conductelor pentru distribuția acetilenei

În procesul de curgere sub presiune, în conducte, acetilena gazoasă se destinde izotermic și se aplică aceleași ecuații generale ca la aerul comprimat.

Diametrul interior al conductei de acetilenă se calculează cu relația:

$$d = 0,96 \cdot \sqrt[5]{\frac{\lambda \cdot l \cdot \rho_a \cdot \dot{V}_a^2}{\Delta p_a}} \quad [m] \qquad (8.3.5)$$

în care:

ρ_a - densitatea acetilenei [kg/m³];

λ - coeficientul de rezistență hidraulică (se recomandă valoarea medie λ = 0,02);

l - lungimea tronsonului de conductă [m];

$\dot{V}_a$ - debitul volumic de acetilenă [m³/s];

$\Delta p_a = p_i - p_f$ - căderea de presiune a acetilenei, admisă pentru dimensionarea conductelor și egală numeric cu pierderea de sarcină [Pa];

p_i; p_f - presiunile acetilenei, în secțiunea inițială (p_i) respectiv, finală (p_f) ale tronsonului de conductă [Pa].

Exemplu de calcul

Se dimensionează o conductă dreaptă din oțel, cu lungimea l = 20 m, care transportă un debit de 0,20 kg/s acetilenă având presiunea inițială p_i = 1,5 bar, la temperatura de 15 °C, cunoscând următoarele date: Δp_a este 5 % din p_i; λ = 0,02.

Rezolvare Se calculează densitatea acetilenei ρ_a, la temperatura absolută T = 273,15 + 15 = 288,15 K și presiunea absolută p_i = 1,5+1,01325 = 2,51325 bar, cunoscând densitatea acetilenei la starea normală (T_N = 273,15 și p_N =1,01325 bar) ρ_{aN} =1,168 kg/m³$_N$, cu relația:

$$\rho_a = \rho_{aN} \frac{p_i}{p_N} \cdot \frac{T_N}{T} = 1,168 \frac{2,51325}{1,01325} \cdot \frac{273,15}{288,15} = 2,746 \text{ kg/m}^3$$

Debitul volumic de acetilenă:

$$\dot{V}_a = \frac{\dot{M}_a}{\rho_a} = \frac{0,20}{2,746} = 0,0728 \text{ m}^3/\text{s}$$

Căderea de presiune admisă pentru dimensionarea conductei este:

Δp_a = 0,05 p_i = 0,05 x 1,5 = 0,075 bar = 7500 Pa

Diametrul interior al conductei de acetilenă se calculează aplicând relația 8.3.5:

$$d = 0,96 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,02 \cdot 2,746 \cdot 20 \cdot (0,0728)^2}{7500}} = 0,057\text{m} = 57\text{mm}$$

8.4. Instalații de hidrogen

8.4.1. Proprietățile și utilizările hidrogenului

Hidrogenul este un gaz incolor, inodor și combustibil. Este foarte răspândit în stare liberă (de exemplu, în gazele naturale sau artificiale), cât și sub formă de compuși, mai ales în combinație cu carbonul (formând hidrocarburi) și oxigenul (formând apa).

Masa moleculară a hidrogenului este M_{H_2} = 2,016 kg/1 mol. Hidrogenul este cel mai ușor gaz, având densitatea, la starea normală (T_N = 273,15 și p_N = 1,01325 bar), ρ_N = 0,0899 kg/m³$_N$.

Hidrogenul este un gaz ușor inflamabil. Temperatura de aprindere a hidrogenului în oxigen uscat este 833 K, iar în aer atmosferic este 843 K. La starea normală, concentrațiile volumice ale hidrogenului gazos, la care se produce arderea, sunt: în oxigen gazos între 4 și 94 %, iar în aerul atmosferic între 4 și 74,2 %. La o concentrație volumică de 42 % hidrogen în aer, viteza maximă de ardere a hidrogenului este de 2,67 m/s. Cantitatea teoretică de oxigen necesar arderi complete a hidrogenului, la starea normală, este 0,50 m^3_N O_2/m^3_N H_2, iar cantitatea teoretică de aer necesar arderi complete a hidrogenului este 2,38 m^3_N aer/m^3_N H_2. Temperatura teoretică de ardere în aer a hidrogenului este 2478 K. Puterea calorică inferioară a hidrogenului este P_{ci} = 10778 kJ/ m^3_N sau P_{ci} = 119895 kJ/ kg.

Hidrogenul gazos formează cu aerul amestecuri explozibile. Limitele de explozie, exprimate în concentrații volumice de hidrogen în aer, sunt: inferioară 4,15% și superioară 75 %. Temperatura de autoaprindere a amestecului hidrogen-aer este de 843 K.

Hidrogenul se obține, pe cale industrială, prin metoda electrolitică, bazată pe descompunerea apei în hidrogen și oxigen cu ajutorul curentului electric continuu. Hidrogenul se eliberează la catod, iar oxigenul la anod. Această metodă permite să se capteze și hidrogenul.

Hidrogenul se utilizează în industrie la sudarea cu hidrogen atomic (arcatom) a tablelor subțiri din aluminiu, nichel, plumb etc. Datorită vitezei mari de ardere și a flăcării lungi se întrebuințează și la tăierea secțiunilor mari. Pentru sudare și tăiere se folosește același aparataj ca și la acetilenă. Este un gaz scump, greu de procurat. Costul operațiilor de sudare este de patru ori mai mare decât cel al sudării cu flacără oxiacetilenică.

8.4.2. Instalații pentru distribuția hidrogenului

Hidrogenul se depozitează în butelii din oțel la presiunea absolută de 150 bar. La această presiune, o butelie având volumul de 40 l, conține 6 m³ de oxigen gazos și cântărește circa 75 kg.

Instalațiile pentru distribuția hidrogenului pot fi:

- locale, compuse din butelie prevăzută cu robinet de închidere și reductor de presiune având racord la un tub flexibil (din cauciuc) prin care gazul ajunge cu presiunea necesară la aparatul de utilizare;
- centrale, compuse dintr-o rampă de distribuție la care sunt racordate un număr de butelii, reductoare de presiune și conducte de distribuție executate cu țevi negre din oțel.

8.5. Instalații cu fluide tehnologice folosite pentru combaterea incendiilor

8.5.1. Instalații cu dioxid de carbon

8.5.1.1 Proprietățile dioxidului de carbon, ca substanță de stingere a incendiilor

Dioxidul de carbon (CO_2) este un gaz incolor și inodor. Se dizolvă ușor în apă, solubilitatea scăzând odată cu creșterea temperaturii. Dioxidul de carbon nu arde și nu întreține arderea.

În stare normală (T_N = 273,15 K și

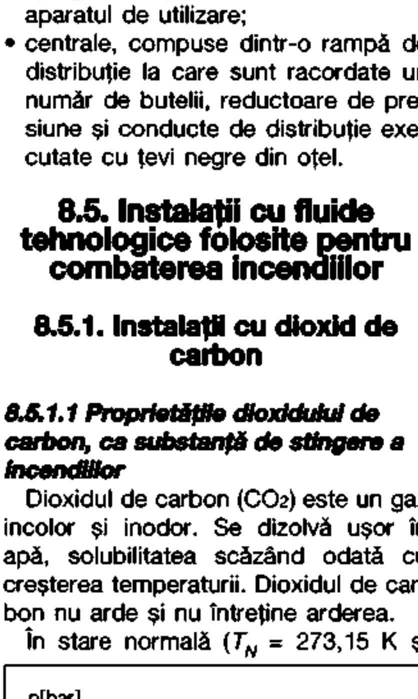


Fig. 8.5.1. Variația presiunii dioxidului de carbon cu temperatura, la diferite grade de umplere a buteliei.

p_N =1,01325 bar), densitatea dioxidului de carbon este ρ_{CO_2} = 1,976 kg/m³ (deci, CO_2 este de 1,52 ori mai greu decât aerul).

Temperatura critică fiind de +31 °C, se poate lichefia cu ușurință. Temperatura de fierbere a dioxidului de carbon lichid la presiune atmosferică normală, p_N =1,01325 bar, este de -78,5 °C. La temperatura de -56,2 °C și la presiunea de 5,28 bar, CO_2 poate fi lichid, solid sau gazos (punctul triplu).

Dioxidul de carbon comprimat se transportă în butelii din oțel. Presiunea dioxidului de carbon din butelie depinde de temperatura acestuia t [°C] și de gradul de umplere u al buteliei respective (fig.8.5.1). Prin grad de umplere u se înțelege raportul dintre masa de dioxidului de carbon [kg], introdusă în butelie, și volumul buteliei V_b, în litri.

$$u = \frac{m_{CO_2}}{V_b} \quad [kg/l] \qquad (8.5.1)$$

Acest raport este indicat să fie de 0,75 kg/l.

Dacă dioxidul de carbon comprimat se destinde până la presiunea atmosferică, se obține CO_2 solid, sub formă de zăpadă carbonică.

Efectul de stingere a CO_2 se bazează, în principal, pe înăbușirea focarului prin înlăturarea aerului și ca urmare, încetarea arderii.

Dioxidul de carbon are asupra focarului și un efect de răcire. În medie, se poate admite că efectul de răcire al unui kilogram de CO_2 corespunde cu 15 % din efectul de răcire al unui kilogram de apă, considerând că întreaga cantitate de apă se evaporă.

Dioxidul de carbon, ca substanță de stingere, are următoarele calități:

- nu distruge obiectele și materialele stinse;
- pătrunde în orificiile obiectului aprins, fiind mai greu decât aerul;
- este rău conducător de electricitate;
- nu se deteriorează în conservare îndelungată;
- nu este sensibil la acțiunea temperaturilor scăzute.

Dioxidul de carbon destinat stingerii incendiilor trebuie să fie fără urme de umezeală, de oxigen și impurități.

Cea mai eficace acțiune de stingere se obține în spații închise, deoarece concentrația necesară se menține mult timp și pierderile se pot completa cu ușurință. În general, se admite că procesul de ardere al hidrocarburilor încetează dacă concentrația volumică a CO_2 este de cel puțin 28,6 %, iar concentrația oxigenului din aer nu depășește 15 % în volum.

În medie, se consideră că pentru stingerea incendiilor la majoritatea substanțelor, este suficientă o concentrație de 30...35 % în volum de CO_2 în aer.

8.5.1.2 Echiparea tehnică a clădirilor cu instalații de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon

Instalațiile de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon se recomandă pentru:

- depozite de materiale amenajate în încăperi cu suprafața mică de goluri și în care nu se poate face un control permanent;
- încăperi cu documente de importanță deosebită ca: arhive, muzee, biblioteci, încăperi din întreprinderi și laboratoare, institute de cercetări, în care se află instalații și aparataj de mare valoare;
- mașini și instalații electrice amplasate în încăperi închise;
- transformatoare și generatoare electrice, stații de distribuție;
- centrale telefonice automate;
- centre de calcul;
- instalații sau utilaje de mare valoare care au un rol important în economie sau în procesul de producție, la care stingerea incendiului, în scurt timp, asigură continuitatea producției;
- vase cu lichide combustibile cu temperatura de inflamabilitate a vaporilor scăzută, având un volum de maximum 500 m³.

Nu este recomandabilă folosirea dioxidului de carbon la stingerea de carburi, sulf, metale ca magneziu, titan, plutoniu, uraniu, toriu etc.; de asemenea, la stingerea incendiilor de materiale existente în apropierea cianurilor, deoarece reacționează cu acestea, formând acidul cianhidric, extrem de toxic (otrăvitor).

Dioxidul de carbon destinat stingerii incendiilor va fi de tip A conform STAS 2962, fără urme de umezeală, de oxigen, sulf sau alte impurități.

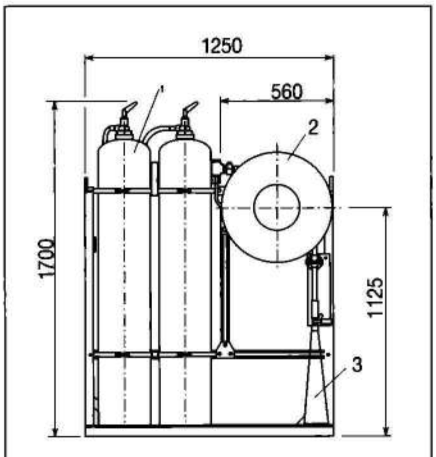


Fig. 8.5.2. Instalație semifixă de stingere a incendiilor prin inundare locală cu dioxid de carbon:
1 – butelie cu dioxid de carbon; 2 – tambur petru furtun; 3 – duză pentru refularea dioxidului de carbon.

8.5.1.3 Soluții constructive și scheme pentru instalații de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon

a. Criterii de clasificare a instalațiilor cu dioxid de carbon

Instalațiile de stingere cu dioxid de carbon se compun, în principal, din: recipiente de depozitare a dioxidului de carbon, rețele de conducte, duze de deversare, dispozitive de punere automată în funcțiune, echipamente pentru închiderea recipientelor, supravegherea instalației și darea semnalului de incendiu.

Instalațiile de stingere cu dioxid de carbon se clasifică după următoarele criterii:

- procedeul de stingere; instalațiile sunt pentru inundarea:
  - totală a spațiului în care s-a declanșat incendiul;
  - locală, în scopul lichidării incendiului declanșat pe o suprafață redusă;
- modul de acționare a instalației:
  - automată, prin cuplare pneumatică, mecanică, pneumomecanică sau electrică;
  - manuală;
- modul de realizare constructivă; instalațiile sunt:
  - mobile;
  - semifixe, constituite din rețele de conducte fixe, alimentate cu dioxid de carbon din butelii mobile sau din butelii fixe din care refularea dioxidului de carbon se face prin furtunuri din cauciuc prevăzute cu duze de deversare (fig. 8.5.2);
  - fixe.

b. Instalații fixe de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon

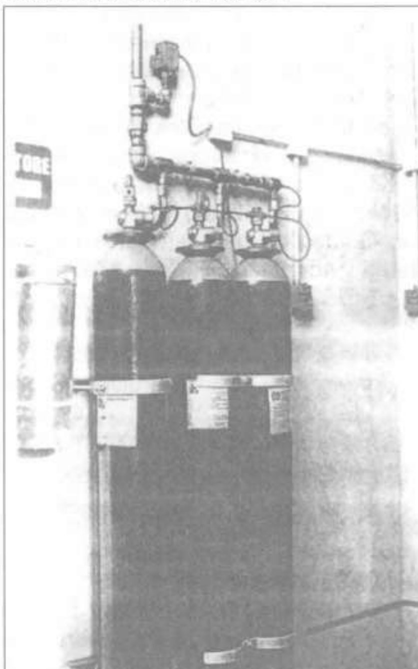


Fig. 8.5.3. Baterie de butelii cu dioxid de carbon montată în instalație fixă de stins incendii.

În funcție de presiunea de stocare a dioxidului de carbon, instalațiile fixe de stins incendii cu CO_2 sunt:

- de înaltă presiune (peste 51,7 bar);
- de joasă presiune (presiune nominală 20,7 bar)

Instalațiile fixe de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon de înaltă presiune se compun din:

- recipiente cu dioxid de carbon (butelii) grupate în două sisteme de alimentare (baterii active): principale și de rezervă;
- colector de dioxid de carbon (sau conducte colectoare în cazul sistemelor cu mai multe butelii principale sau de rezervă);
- dispozitive de acționare;
- dispozitive și echipamente de semnalizare și comandă;
- conducte pentru transportul și distribuția dioxidului de carbon;
- duze (ajutaje) pentru refularea dioxidului de carbon;
- aparatura de control;
- conducte de comandă.

Buteliile cu CO_2 se cuplează la colectorul bateriei prin racorduri flexibile (fig. 8.5.3) și sunt prevăzute cu supape de reținere, astfel încât decuplarea unei butelii să nu afecteze funcționarea celorlalte. Fiecare butelie este prevăzută cu dispozitive necesare acționării individuale, dispozitive de siguranță la suprapresiune și indicator de golire.

Colectorul bateriei se prevede cu supapă de golire care se menține deschisă până la o presiune de 2 bar, astfel încât dioxidul de carbon, scăpat din butelii prin eventuale neetanșeități, să fie evacuat în exterior.

Instalațiile fixe de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon de joasă presiune se compun din:

- recipiente (rezervoare) termoizolate pentru depozitarea dioxidului de carbon lichid;
- conducte principale de transport;
- distribuitoare cu dispozitive de declanșare;
- conducte pentru transportul și distribuția dioxidului de carbon;
- duze;
- dispozitive și echipamente de avertizare și semnalizare;
- aparatura pentru control;
- agregate frigorifice pentru răcirea la temperaturi scăzute a dioxidului de carbon;
- conducte de comandă și instalația de pregătire a substanței pentru comandă.

Recipientele (rezervoarele) de stocare a CO_2 de joasă presiune trebuie să mențină alimentarea instalației de dioxid de carbon lichid, la o presiune nominală de 20,7 bar corespunzătoare unei temperaturi de aproximativ -18 °C. Pentru aceasta, recipientele se izolează termic și sunt prevăzute cu sisteme de răcire (instalații frigorifice).

Conform normelor ISCIR, fiecare recipient de joasă presiune este echipat cu supape de siguranță, un indicator de nivel al lichidului de CO_2 și un manometru cu contacte electrice legat la un sistem de alarmă (de supraveghere) pentru presiunile maxime și minime de 22 și respectiv 17,2 bar. Supapele de siguranță trebuie să se deschidă la presiunea de 30 bar, în timp scurt, pentru a se evita blocarea lor prin îngheț (zăpadă carbonică).

Schemele instalațiilor fixe de stingere a incendiilor cu dioxid de carbon, prezintă particularități legate de modul de acționare a instalației, caracteristicile tehnicofuncționale ale echipamentelor și aparatelor etc.

În fig. 8.5.4 se prezintă schema de principiu a unei instalații fixe de

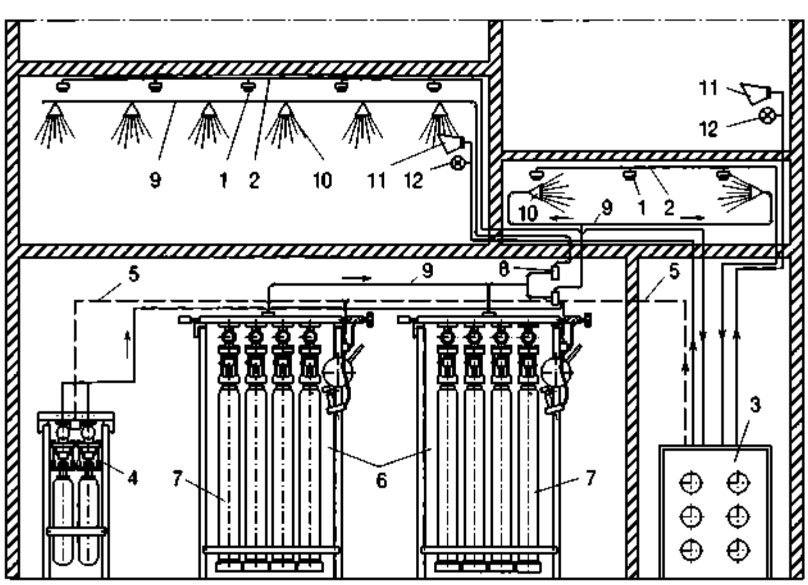


Fig. 8.5.4. Schema de principiu a unei instalații fixe cu dioxid de carbon pentru stingerea incendiilor:
1 – detectoare de incendiu; 2 – circuit de detecție; 3 – centrală de comandă și semnalizare; 4 – bateria de comandă, compusă din butelii cu dispozitive de acționare pneumatică; 5 – circuitul de comandă; 6 – baterii active pentru alimentarea instalației cu CO_2 din butelii; 7 – butelii cu CO_2; 8 – supapă pneumatică; 9 – conducta de distribuție a dioxidului de carbon; 10 – duze pentru refularea CO_2 în spațiul protejat împotriva incendiului; 11 – semnalizarea acustică (hupă); 12 – semnalizarea optică.

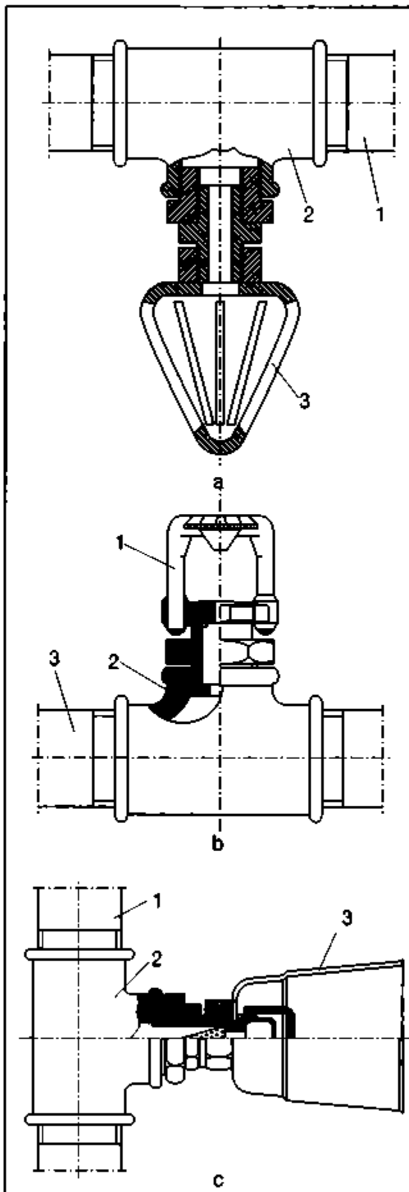


Fig. 8.5.5. Diferite moduri de amplasare a duzelor de refulare a dioxidului de carbon:
a – jet vertical descendent; b – jet vertical ascendent; c – jet orizontal; d – jet înclinat;
1 – conducta de distribuție a dioxidului de carbon; 2 – teu; 3 – duză.

Tabelul 8.5.1.Concentrația volumică minimă de dioxid de carbon, necesară stingerii incendiilor

Denumirea substanței combustibile	Concentrația teoretică minimă de CO_2[%]	Concentrația minimă de calcul de CO_2[%]
Acetilenă, sulfură de carbon	55	66
Acetonă, alcool metilic	26	31
Butan, gazolină, petrol lampant, ulei lubrifiant	28	31
Gaze naturale, ciclopropan	31	37
Benzină	28	34
Hidrogen	62	74

Tabelul 8.5.2. Intensitatea de stingere cu CO_2, i_s, în funcție de volumul încăperii

Volumul încăperii, V [m³]	i_s [kg/m³]
V≤100	1,0
101<V≤500	0,9
501<V≤ 2000	0,8
V>2000	0,7

detectare, semnalizare și stingere a incendiului cu dioxid de carbon (realizată în țară de firma SC CONTACTOARE SA Buzău). Detectoarele de incendiu sunt racordate printr-un circuit de detecție la centrala de comandă și semnalizare. În caz de incendiu, semnalul transmis de detectoare este amplificat în centrala de comandă și transmis la buteliile de inițiere-pornire din bateria de comandă, de unde, prin intermediul unor supape pneumatice, se acționează deschiderea supapelor cu flux rapid ale buteliilor din bateria activă pentru alimentarea instalației cu CO_2. Bateria activă este compusă din două părți simetrice, pentru a asigura continuitatea funcționării instalației, când la una din părți se înlocuiesc buteliile goale cu butelii pline cu CO_2. Dioxidul de carbon este distribuit printr-o rețea de conducte cu țevi din oțel și refulat în spațiile protejate împotriva incendiului, prin duze.

Simultan cu acționarea buteliilor din bateria de comandă, intră automat în funcțiune sistemul de semnalizare (alarma) acustică și optică, precum și sistemul de închidere automată a ușilor și ferestrelor.

După stingerea incendiului, dioxidul de carbon deversat în spațiile protejate, este evacuat prin instalația de ventilare de avarie, a cărei funcționare este automatizată. Apoi sunt deblocate automat ușile și ferestrele.

c. Rețele de conducte pentru distribuția dioxidului de carbon

Conductele instalației interioare de CO_2 se pot amplasa aparent sau în canale, având acces de control, traseul fiind astfel ales încât să se reducă pierderile de sarcină la minimum, să fie bine fixate și ferite de acțiuni mecanice, termice și chimice.

Conductele de transport, distribuție și comandă se amplasează deasupra conductelor calde sau a cablurilor electrice, la distanțe de 200...500 mm.

Duzele de refulare a dioxidului de carbon (fig. 8.5.5) pot fi dispuse la partea superioară a spațiului de protejat, sub plafon (pardoseală, planșeu tehnologic), perpendicular pe suprafața de protejat și la 1/3 din înălțimea încăperii, instalate sub un unghi de 45 până la 90°, pentru a asigura umplerea cu CO_2 a spațiilor inferioare (în cazul existenței unor presiuni ascensionale puternice datorate căldurii incendiului).

Duzele trebuie dispuse astfel încât materialele care au luat foc să nu poată fi agitate sau împrăștiate (efectul posibil de împrăștiere cauzat de jetul de CO_2 trebuie să fie compensat printr-o amplasare corectă a duzelor de refulare).

8.5.1.4 Materiale, echipamente, dispozitive și aparate pentru instalații de stins incendiul cu dioxid de carbon

Dispozitivele și aparatele specifice instalațiilor de stingere a incendiului cu CO_2 sunt :

- supapa cu flux rapid, care se montează la partea superioară a bateriei cu CO_2 și permite evacuarea dioxidului de carbon, la comandă pneumatică;
- supapa de interceptare cu comandă electrică are același rol ca și supapa cu flux rapid, dar este comandată electric;
- dispozitivul de comandă și reglare manuală a presiunii;
- întrerupătoare automate de presiune;
- supape pneumatice;
- închizător automat pentru uși;
- duze pentru refularea dioxidului de carbon în încăperile protejate.

Date tehnice complete ale acestor dispozitive și aparate sunt prezentate în cataloagele firmelor producătoare.

Rețeaua conductelor de distribuție a CO_2 se realizează cu țevi din oțel, cu grosimea peretelui calculată să reziste la presiunile maxime ale dioxidului de carbon. De asemenea, țevile din oțel trebuie să reziste la temperaturile de regim ale CO_2.

Armăturile din oțel trebuie să reziste la aceleași presiuni și temperaturi ca și țevile din oțel pe care se montează.

8.5.1.5 Dimensiunea conductelor instalațiilor cu dioxid de carbon

a. Calculul cantității de CO_2 necesar pentru stingerea incendiilor

Concentrațiile de dioxid de carbon pentru stingerea unor substanțe combustibile sunt date în tabelul 8.5.1 Pentru alte substanțe, în cazul în care se cunoaște concentrația de oxigen C_{O_2} [%] la care arderea încetează, concentrația de dioxid de carbon, se calculează cu relația:

$$C_{CO_2} = \frac{21 - C_{O_2}}{21} \cdot 100 \qquad [\%] \qquad (8.5.2)$$

Intensitatea de stingere cu CO_2 i_s [kg/m³], în funcție de volumul încăperii, pentru substanțe ce se pot stinge la o concentrație volumică de până la 34 % CO_2 în aer, are valori redate în tabelul 8.5.2. Pentru substanțele și materialele cu concentrații de stingere mai mari de 34 %, valorile din tabelul 8.5.2 se înmulțesc cu coeficientul de corecție k, ale cărui valori sunt date în tabelul

Tabelul 8.5.3. Coeficientul de corecție k , în funcție de concentrația de stingere

Concentrația de stingere cu dioxid de carbon, [%]	34	40	45	50	55	60	67	70	75	80
Coeficientul corecție k	1,00	1,20	1,40	1,60	1,85	2,15	2,45	2,80	3,25	3,75

Tabelul 8.5.4. Intensitatea de stingere cu CO_2, i_s, a unui incendiu mocnit

Denumirea materialului care arde	i_s [kg / m³]
Echipament electric fără ulei, izolația conductoarelor electrice	1,33
Mașini electrice mici, canale și tuneluri de cabluri (volumul încăperii până la 60,00 m³)	1,60
Arhive	2,00

Tabelul 8.5.5. Durata de stingere a incendiului în funcție de volumul încăperii

Volumul încăperii V [m³]	V ≤ 100	V ≤ 300	V ≤ 500	V> 500
Durata de stingere [s]	15	25	45	60

8.5.3.

Intensitatea de stingere a incendiilor cu CO_2 I_s, a unor materiale care ard mocnit, cu condiția unei bune etanșări a încăperilor, are valori redate în tabelul 8.5.4.

Timpul minim efectiv de deversare a dioxidului de carbon pentru calculul cantității de CO_2 necesar stingerii incendiului trebuie să fie de 30 s. Pentru incendiile de suprafață (lichide combustibile, vopsele etc.), concentrația de calcul a dioxidului de carbon în încăperea în care s-a produs incendiul trebuie atinsă într-un minut. La incendiile mocnite (bumbac, carton, hârtie etc.), concentrația de calcul trebuie atinsă după 7 min (la concentrația de 30 % este necesar să se ajungă după 2 min).

Durata de stingere a incendiului, în funcție de volumul de calcul al încăperii protejate, are valori redate în tabelul 8.5.5.

Cantitatea de dioxid de carbon *G*, necesară pentru stingerea incendiilor declanșate într-o încăpere, se calculează cu relația:

$$G = k i_s V_{inc} + G_0 \quad \text{[kg]} \qquad (8.5.3)$$

în care:

i_s - intensitatea de stingere [kg/m³];

V_{inc} - volumul de calcul al încăperii protejate, [m³] (diferența între volumul construit al încăperii și volumul utilajului montat în interior);

G_0 - cantitatea de dioxid de carbon rămasă în instalație după terminarea funcționării [kg];

k - coeficient pentru particularitățile schimbului de gaze, pierderi prin neetanșeități etc.

Numărul buteliilor de lucru cu CO_2 n_b, se determină cu relația:

$$n_b = \frac{G}{\alpha \cdot \rho \cdot V_b} = \frac{V}{\alpha \cdot V_b} \qquad (8.5.4)$$

în care:

V_b este volumul buteliei cu CO_2 [m³];

α - coeficientul de încărcare a buteliei cu CO_2;

ρ - densitatea dioxidului de carbon [kg/m³];

V - volumul de CO_2 din butelie [m³].

b. Dimensionarea conductelor și calculul pierderilor de sarcină

La curgerea sub presiune prin conducte, dioxidul de carbon se comportă ca un fluid bifazic gaz-lichid, a cărui stare termodinamică variază continuu, în funcție de presiune și temperatură. Una din principalele condiții pentru transportul sigur al dioxidului de carbon prin conducte (evitarea formării zăpezii carbonice) este menținerea presiunii peste 5,28 bar (presiunea corespunzătoare punctului triplu).

Calculul conductelor de distribuție a dioxidului de carbon se bazează pe următoarea ecuație (stabilită pe cale experimentală):

$$\frac{L}{D^{1,25}} = \frac{3647 \cdot Y}{\left(\frac{\dot{M}}{D^2}\right)^2} - 8,08 \cdot Z \qquad (8.5.5)$$

transpusă grafic în nomograma din fig. 8.5.6 pentru instalații cu CO_2 de joasă presiune, la care debitul se calculează pe baza unei presiuni medii de depozitare de 21,09 bar și respectiv, în nomograma din figura 8.5.7 pentru instalații cu CO_2 de înaltă presiune, la care debitul se determină pe baza presiunii medii de depozitare de 52,73 bar, în care:

$\dot{M}$ este debitul de CO_2 [kg/min];

D - diametrul interior al conductei [mm];

L - lungimea echivalentă a conductei [mm];

Y, Z - coeficienți experimentali care depind de presiunea și temperatura dioxidului de carbon din butelii (recipiente) și conducte.

8.5.2. Instalații fixe de stingere a incendiilor cu FM200

8.5.2.1 Proprietățile substanței de stingere a incendiilor FM200

FM200 este o substanță gazoasă, folosită în toate sistemele de stingere cu inundare totală.

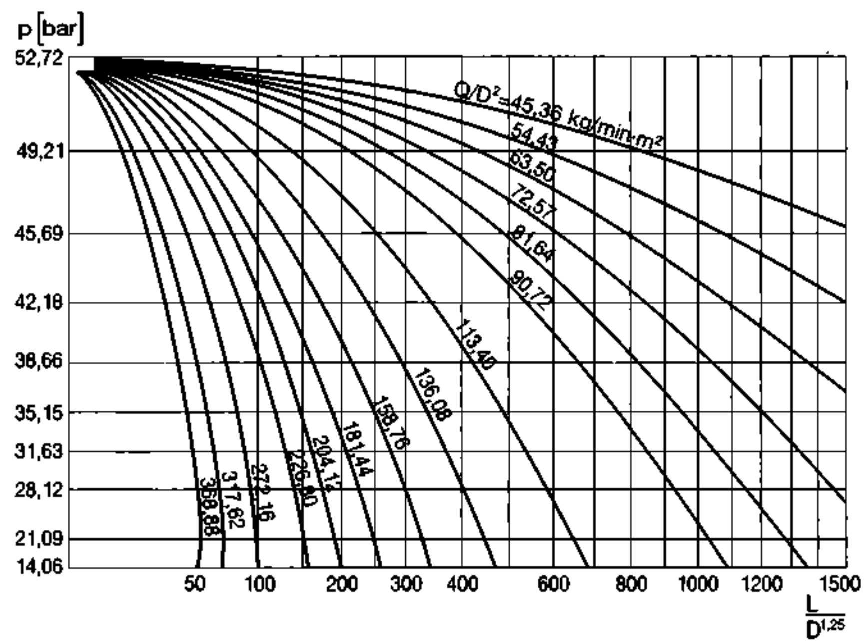


Fig. 8.5.6. Nomogramă pentru calculul conductelor de dioxid de carbon de joasă presiune, la o presiune de depozitare de 21,09 bar.

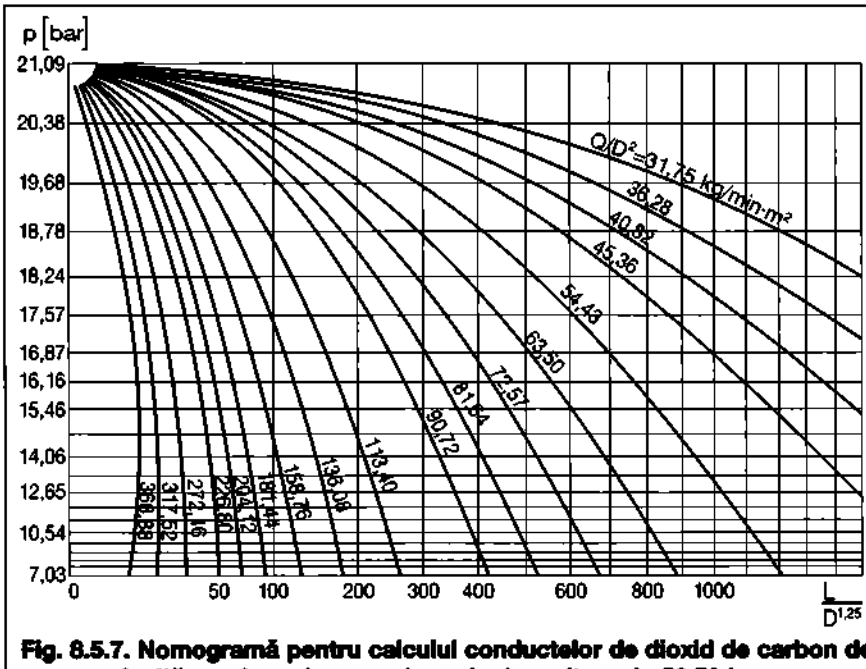


Fig. 8.5.7. Nomogramă pentru calculul conductelor de dioxid de carbon de înaltă presiune, la o presiune de depozitare de 52,73 bar.

Proprietățile fizice principale ale FM200 sunt următoarele:
- temperatura de fierbere −16,36 °C, la presiunea de 1 bar;
- temperatura de congelare −131 °C;
- presiunea critică 2,91 MPa, temperatura critică −101,7 °C;
- căldura specifică a lichidului saturat (c_{pl}) la temperatura de 25 °C este 1,184 kJ/kg.K;
- căldura specifică a vaporilor saturați (c_{pv}) la temperatura de 25 °C este 0,808 kJ/kg.K;
- căldura latentă de vaporizare la punctul de fierbere este 132,6 kJ/kg;
- conductivitatea termică la temperatura de 25 °C, pentru lichid 0,069 W/mK, iar pentru vapori 0,0126 W/mK.

Ca substanță de stingere, FM200 are următoarele proprietăți:
- acțiune rapidă: stinge focul înainte ca acesta să provoace pagube importante;
- curat: produsul nu lasă reziduuri grase și nu afectează materialele și echipamentele;
- inofensiv: utilizarea produsului nu este periculoasă pentru personal;
- compact: FM200 este înmagazinat în faza lichidă în butelii, ceea ce înseamnă că o mare cantitate de gaz poate fi înmagazinată într-un volum mic de stocare;
- nu atacă ozonul.

Fiind un produs sigur și care poate fi folosit dacă este necesar în prezența oamenilor, FM200 trebuie să fie extrem de pur.

În particular trebuie să se supună standardului american NFPA 2001.

8.5.2.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații fixe de stingere a incendiilor cu FM200

Instalațiile fixe de stingere cu FM200 se compun din:
- recipiente cu FM200 grupate în două sisteme de alimentare:
  - principal (baterie activă principală) și, respectiv,
  - de rezervă (baterie activă de rezervă);
- colector de FM200 (sau conducte colectoare în cazul sistemelor cu mai multe baterii principale sau de rezervă);
- dispozitive de acționare;
- dispozitive și echipamente de semnalizare și comandă;
- conducte pentru transportul și distribuția FM200;
- duze (ajutaje) pentru refularea FM200;
- aparatură de măsură și control;
- centrală de detectare și semnalizare a incendiilor.

Schemele instalațiilor de stingere a incendiilor cu FM200 sunt asemănătoare cu cele ale instalațiilor cu CO_2.

Bateria activă principală poate fi acționată electric sau manual. Bateria de rezervă este identică cu cea activă.

Dacă incendiul nu se stinge din diverse motive, dacă reizbucnește sau apare o defecțiune la bateria activă principală, atunci prin comutatorul manual de transferare a alarmei se acționează electric butelia activă de rezervă.

Când se acționează sistemul de stingere cu FM200, gazul circulând în faza lichidă prin conducte, vaporizează când părăsește duzele. Descărcarea buteliei de gaz micșorează temperatura în spațiul de protejat. Răcirea în continuare a atmosferei face ca vaporii de apă din aerul încăperii să condenseze, ceea ce creează o ceață groasă după descărcare. Suprapresiunea în încăperea protejată, datorită refulării agentului de stingere, este de aproximativ 1 mbar. Eliminarea gazelor din încăpere, după incendiu, se face cu o instalație de ventilare diferită de instalațiile normale de ventilare sau climatizare ale aceleași încăperi.

Rețele de conducte de distribuție, pe care se montează duzele, se fixează rigid cu ajutorul bridelor pentru a fi în măsură să preia efortul de reacție produs la refularea substanței de stingere prin duze. La conductele de transport bridele de fixare nu se strâng de conducte până la rigidizare, pentru a permite deformații cauzate de dilatare sau contracție.

Instalația fixă de stingere a incendiilor cu FM200 este declanșată de o centrală de detectare și semnalizare a incendiilor.

Încăperea protejată este echipată cu detectoare de fum cu cameră de ionizare sau cu detectoare optice, care transmit semnalul de incendiu printr-un circuit electric la centrala de detectare și semnalizare, aceasta declanșând prealarma. Dacă două detectoare aparținând unor bucle de detecție diferite reacționează simultan sau dacă se acționează butonul de incendiu, după o temporizare reglabilă, variind între câteva secunde până la maximum două minute, centrala comandă intrarea în funcțiune a instalației de stingere, prin deschiderea vanei de sector corespunzătoare încăperii în care a apărut incendiul și apoi a vanei de pe butelie pentru deversarea agentului de stingere în încăpere. Simultan se comandă închiderea și blocarea ușilor. Alarmarea se face cu sirene și panouri luminoase.

După stingerea incendiului, se comandă instalația de ventilare pentru evacuarea fumului și a gazelor și se deblochează ușile încăperii.

Centrala are și funcții de supraveghere, afișând defectele în sistemul de detectare și semnalizare a incendiului sau a vanelor și supapelor din instalația de stingere. De asemenea, sunt semnalizate și eventualele pierderi de agent de stingere din butelii.

Materialele, echipamentele și aparatele folosite la realizarea instalațiilor de stingere cu FM200 sunt la fel ca și cele pentru CO_2.

8.5.3. Instalații cu azot

8.5.3.1 Proprietățile azotului ca substanță de stingere a incendiului

Concentrația volumică a azotului în aer este de 78 %. Densitatea relativă a azotului în raport cu aerul este 0,967.

Azotul este folosit pentru:
- inertizarea spațiilor sau instalațiilor tehnologice, prin înlocuirea parțială a aerului din spațiile respective cu azot, în scopul diluării amestecurilor combustibile cu aerul;
- stingerea incendiilor din instalații tehnologice sau spații închise;
- vehicularea pulberilor stingătoare.

Efectul de prevenire a aprinderii sau de stingere a incendiilor amestecurilor de substanțe combustibile (vapori, gaze sau praf) și aer este dat de reducerea procentului de oxigen din amestec.

8.5.3.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații fixe de inertizare sau stingere a incendiilor cu azot

a. Elemente componente

Instalațiile se compun, în principal, din:
- sursa de alimentare cu azot;
- instalația de reducere a presiunii (reductoare de presiune);
- dispozitive de acționare;
- rețeaua de conducte de distribuție a azotului;
- duze de refulare a azotului în spațiul protejat;
- centrala de comandă, avertizare și semnalizare a intrării în funcțiune a instalației; intrarea în funcțiune a instalației se face după avertizarea și evacuarea oamenilor.

Sursele de alimentare cu azot pot fi:
- butelii de azot la presiunea de 150...200 bar;
- rezervoare de înmagazinare la presiunea de 0,6...0,8 bar, pentru azotul provenit din fracționarea aerului lichid, în instalații tehnologice (cazuri rare).

Conductele rețelei de distribuție a azotului se execută cu țevi din oțel care trebuie să aibă suprafața interioară netedă. În cazul montării în spații cu agenți corosivi, conductele se protejează împotriva coroziunii.

Lungimea conductei de la rezervoare (buteliile) de azot la distribuitor nu tre-

buie să depășească 200 m.

b. Criterii de clasificare a instalațiilor fixe de stingere a incendiilor cu azot

După acțiunea de inertizare, instalațiile funcționează prin:

- sifonare: azotul este introdus în spațiul de vapori al echipamentului tehnologic, pe măsură ce se evacuează lichidul din echipament;
- vacuumare: azotul este introdus în echipamentul tehnologic în care există lichide inflamabile și în care amestecul vapori-aer se află la presiuni mai mici decât presiunea atmosferică;
- presiune: azotul este introdus sub presiune în echipamentul tehnologic;
- flux continuu: azotul este introdus și evacuat în flux continuu din echipamentul tehnologic pentru realizarea circulației azotului în echipament.

După acțiunea de stingere a incendiului, instalațiile se folosesc pentru stingere:

- locală (pe suprafețe restrânse);
- în volum, cu inundare totală.

După acționare, instalațiile pot fi: automate sau manuale; după comenzile de acționare: pneumatică, mecanică, electrică sau mixtă.

Atât schemele, cât și materialele, aparatele și echipamentele folosite la realizarea instalațiilor cu azot, sunt similare celor cu dioxid de carbon.

8.5.3.3 Dimensionarea instalațiilor fixe de inertizare sau stingere a incendiilor cu azot

a. Instalația de inertizare

Volumul total de azot necesar inertizării V_{it} se determină pentru două cicluri de inertizare.

Pentru un ciclu de inertizare, volumul V_i se determină cu relația:

$$V_i = \frac{p_1 - p_2}{p_1} \quad [m^3] \qquad (8.5.6)$$

în care:

p_1 - presiunea în utilaj după introducerea azotului [bar];

p_2 - presiunea în utilaj înainte de introducerea azotului [bar];

V - volumul spațiului de inertizare [m³].

Verificarea concentrației C_1, de oxigen din utilajul tehnologic, după primul ciclu de inertizare:

- Dacă azotului nu conține oxigen, se aplică relația:

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{p_2}{p_1} \qquad (8.5.7)$$

- Dacă azotul conține oxigen, se aplică relația:

$$C_1 = C_2 \cdot \frac{p_2}{p_1} + C_3 \cdot \frac{p_1 - p_2}{p_1} \qquad (8.5.8)$$

în care:

C_2 - concentrația de oxigen în utilajul tehnologic de la începutul primului ciclu de inertizare [%];

C_3 - concentrația de oxigen din azot [%];

p_1 și p_2 - au semnificațiile anterioare.

Concentrația de oxigen, după primul ciclu de inertizare C_1, trebuie să fie mai mică sau cel puțin egală cu valoarea indicată în tabelul 8.5.6, coloana 2.

În cazul inertizării recipientelor, pentru menținerea presiunii în recipiente peste presiunea atmosferică, debitul de azot se determină în funcție de volumul recipientelor:

- dacă este mai mic de 3000 m³, debitul de azot este de 0,2 m³/h pentru 1 m³ din volumul recipientului;
- dacă este mai mare de 3000 m³, debitul de azot este de 0,6 m³/h pentru 1 m² din aria totală a recipientului.

b. Dimensionarea instalației de stingere a incendiilor cu azot

La stingerea prin inundare totală cu azot, debitele se stabilesc diferențiat, pentru fiecare substanță combustibilă, în funcție de concentrația minimă de azot necesară stingerii, ale cărei valori sunt redate în tabelul 8.5.7, pentru anumite substanțe.

În cazul în care se cunoaște numai concentrația minimă de oxigen la care se producere aprinderea (tab. 8.5.7), concentrația de azot pentru stingere se calculează cu relația:

$$C_{N_2} = 1{,}1 \cdot \frac{21 - C_{O_2}}{21} \cdot 100 \ [\%] \qquad (8.5.9)$$

în care C_{O_2} este concentrația minimă de oxigen, conform tabelului 8.5.6.

Cantitatea de azot necesară pentru stingerea incendiului se stabilește în funcție de concentrația minimă de azot necesară, specifică fiecărei substanțe (tab. 8.5.7) și de volumul spațiului inundat. În tabelul 8.5.8 sunt redate valorile cantității specifice de azot necesară stingerii incendiilor $\dot{M}_{sv}$ [kg/m³], în funcție de volumul V [m³] al spațiului protejat. La valorile din tabelul 8.5.8 se adaugă un spor de compensare de

Tabelul 8.5.6. Concentrațiile de oxigen pentru amestecurile de gaz - aer și praf - aer în cazul inertizării pentru unele substanțe combustibile

Substanța combustibilă	Concentrația minimă de oxigen la care se produce aprinderea [%] din volumul spațiului protejat	Concentrația maximă de oxigen recomandată pentru inertizare, [%] din spațiul protejat
Acetonă	13,5	11
Alcool etilic	10,5	8,5
Benzină	11,5	9
Hidrogen	5	4
Metan	12	9,5
Petrol lampant	11	9
Propilenă	11,5	9

Tabelul 8.5.7. Concentrația minimă de azot pentru stingerea anumitor substanțe

Substanța combustibilă	Concentrația minimă de azot, [%] din volumul spațiului protejat
Acetonă	40
Alcool etilic	55
Benzină	49
Hidrogen	84
Metan	47
Petrol lampant	52
Propilenă	50

Tabelul 8.5.8. Cantitățile de azot necesare stingerii incendiului, în funcție de volumul spațiului protejat, $\dot{M}_{sv}$ [kg/m³]

Volumul spațiului protejat, V [m³]	Cantitatea specifică de azot necesară stingerii, $\dot{M}_{sv}$ [kg/m³]
V≤4	1,50
4<V≤14	1,39
14<V≤57	1,34
57<V≤127	1,17
127<V≤1415	1,05
1415<V≤2000	1,02
V>2000	0,90

4,9 kg azot pentru fiecare 1 m^2 de deschidere practicată în pereți, planșeu sau pardoseală.

Cantitatea de azot, necesară pentru stingere locală (de suprafață) $\dot{M}_{ss}$, este:
- pentru lichide combustibile: 10 kg/m^2;
- pentru echipamente: 8 kg/m^2.

Timpul necesar pentru asigurarea concentrației minime de azot necesare stingerii (tab. 8.5.7) este de 1,5...3 min, iar timpul de menținere a acestei concentrații este de 20 min.

Presiunea azotului la duzele de refulare este de 3...6 bar.

Cantitatea de azot, necesară pentru stingerea în volum G_v, se calculează cu relația:

$$G_v = K_1\dot{M}_{sv}V + G_0 + G_1 \quad [\text{kg}] \quad (8.5.10)$$

în care:

K_1 - coeficient care ține seama de pierderile de azot prin neetanșeități;

G_0 - cantitatea de azot rămasă în rețeaua de conducte după terminarea funcționării instalației [kg], G_0 se ia:
- pentru conducte mai scurte de 100 m, $G_0 = 0{,}2\cdot K_1\cdot\dot{M}_{sv}\cdot V$;
- pentru conducte cu lungimi cuprinse între 100 și 200 m, $G_0 = 0{,}25\cdot K_1\cdot\dot{M}_{sv}\cdot V$;

G_1 - cantitatea de azot necesară pentru compensarea pierderilor prin deschiderile încăperii protejate, calculată [kg];

$\dot{M}_{sv}$ [kg/m^3] și V [m^3] - au semnificațiile cunoscute (tab. 8.5.8).

Cantitatea de azot, necesară pentru stingerea locală (de suprafață), se calculează cu relația:

$$G_s = K_2\dot{M}_{ss}A + G_0 \quad [\text{kg}] \quad (8.5.11)$$

în care:

K_2 - coeficient care ține seama de pierderile de azot în mediul înconjurător, $K_2 = 1{,}3$;

A - suprafața de stingere [m^2];

$\dot{M}_{ss}$ - cantitatea specifică de azot necesară stingerii de suprafață [kg/m^2];

G_0 - are semnificația de mai sus.

8.5.4. Instalații de stingere a incendiilor cu spumă

8.5.4.1 Proprietățile spumanților concentrați și ale spumei folosite la stingerea incendiilor

Spuma folosită la stingerea incendiilor este un agregat de bule umplute cu aer, format dintr-o soluție apoasă a unui spumant concentrat corespunzător.

Spumantul concentrat poate fi:
- proteinic (P), obținut din substanțe proteinice hidrolizate;
- fluoroproteinic (FP) - spumant concentrat proteinic cu adaos de agenți activi de suprafață fluorurați;
- sintetic (S), bazat pe un amestec de agenți activi de suprafață hidrocarbonați și care poate conține fluorocarburi cu stabilizatori adiționali;
- rezistent la alcooli (AR), care este rezistent la descompunere atunci când se aplică pe suprafața unui alcool sau a unor solvenți polari;
- care formează film apos (AFFF sau FFFP), bazat pe un amestec de hidrocarburi și agenți de suprafață fluorurați și care are capacitatea de a forma un film apos pe suprafața anumitor hidrocarburi;

Spumanții concentrați sunt supuși (conform prevederilor standardului SR ISO 7203-1) încercărilor pentru determinarea:
- performanței la foc;
- toleranței la congelare și decongelare;
- sedimentului, înainte și după îmbătrânirea forțată;
- fluidității, comparativ cu un lichid de referință;
- pH-ului, înainte și după condiționarea la temperatură.

În concordanță cu rezultatele obținute la încercarea de performanță la foc, spumanții concentrați se clasifică:

Tabelul 8.5.9. Caracteristicile tipice previzibile pentru diferite tipuri de spumanți concentrați

Tip	Clasa de performanță la stingere	Nivel de rezistență la reaprindere	Formare de film
AFFF (nu AR)	I	D	Da
AFFF (AR)	I	A	Da
FFFP (nu AR)	I	A/B	Da
FFFP (AR)	I	A	Da
FP (nu AR)	II	A/B	Nu
FP (AR)	II	A	Nu
P (nu AR)	III	B	Nu
P (AR)	III	B	Nu
S (nu AR)	III	D	Nu
S (AR)	I	C	Nu

Tabelul 8.5.10. Timpi maximi de stingere și timpi minimi de reaprindere (conform SR ISO 7203-1)

Clasa de performanță la stingere	Nivelul de rezistență la reaprindere	Încercare cu aplicare lentă: Timp de stingere mai mic de [min]	Încercare cu aplicare lentă: Timp de reaprindere mai mare de [min]	Încercare cu aplicare forțată: Timp de stingere mai mic de [min]	Încercare cu aplicare forțată: Timp de reaprindere mai mare de [min]
I	A	Nu este aplicabil		3	10
	B	5	15	3	Nu s-a încercat
	C	5	10	3	
	D	5	5	3	
II	A	Nu este aplicabil		4	10
	B	5	15	4	Nu s-a încercat
	C	5	10	4	
	D	5	5	4	
III	B	5	15	Nu s-a încercat	
	C	5	10		
	D	5	5		

NOTE:

1 – Nu există nivel de rezistență A pentru clasa III

2 – Pentru încercarea de performanță la foc, clasa I este cea mai înaltă, iar clasa III cea mai joasă. Pentru rezistența la reaprindere, nivelul A este cel mai înalt, iar nivelul D cel mai jos. Spumanții concentrați pot fi comparați după fiecare factor separat, dar nu neapărat necesar în combinație. De exemplu, un spumant IC este superior unuia ID sau altuia IIC, atâta timp cât este superior la stingere, dar inferior ca rezistență, la reaprindere.

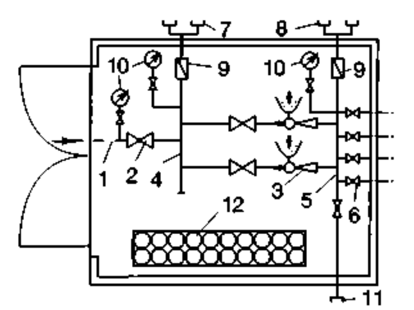


Fig. 8.5.8. Schema de principiu a centralei de spumă :
1 – conductă de alimentare cu apă; 2 – robinet; 3 – generator de spumă; 4 – distribuitor pentru apă; 5 – distribuitor pentru spumă; 6 – robinet de linie; 7 – racord pentru alimentare cu apă de la pompe mobile; 8 – racord pentru alimentare cu spumă de la generatoare mobile; 9 – clapetă de reținere; 10 – manometru; 11 – racord pentru testarea spumei; 12 – rezervă de spumant.

- pentru performanțele de stingere: în clasele: I, II sau III;
- pentru rezistența la reaprindere, în nivelurile: A, B, C sau D.

Clasele de performanță la stingere și nivelurile de rezistență la reaprindere tipice, anticipate, pentru spumanții concentrați de tip AFFF, FFFP, FP, P și S sunt prezentate în tabelul 8.5.9 (conform SR ISO 7203 -1).

Coeficientul de înfoiere al spumei k este raportul dintre volumul de spumă și volumul soluției spumante din care spuma a fost generată

Tabelul 8.5.11. Debitul de apă al generatoarelor de spumă chimică, în funcție de presiunea apei la intrarea în generator

Presiunea apei la intrarea în generator [bar]	4	5	6	7
Debitul generatorului, $\dot{V}_{sg}$ [l/s]	5,35	6,00	6,50	7,33

În funcție de valorile coeficienților de înfoiere realizați, spumele se clasifică în:
- spumă de joasă înfoiere: k = 1 la 20;
- spumă de medie înfoiere: k = 21 la 200;
- spumă de înaltă înfoiere: k > 201.

Prin asociere, denumirile de joasă, medie sau înaltă înfoiere se aplică și echipamentelor, sistemelor și spumanților concentrați corespunzători.

Spuma produsă din spumantul concentrat, dacă spumantul concentrat este desemnat ca „sensibil la temperatură", după condiționarea la temperatură, cu apă potabilă și, dacă este corespunzător, cu apă de mare sintetică, trebuie să aibă o clasă de stingere și un nivel de rezistență la reaprindere așa cum se specifică în tabelul 8.5.10 (conform SR ISO 7203-1).

În tabelul 8.5.11 sunt date valorile caracteristice pentru spumați concentrați și spume iar în tabelul 8.5.12, valorile debitelor specifice pentru stingerea incendiilor cu spumă (determinate conform procedurilor din standardul SR ISO 7203 – 1).

Spumanții pentru stingerea incendiilor sunt utilizați pe scară largă pentru controlul și stingerea incendiilor de lichide inflamabile și pentru inhibarea reaprinderii. De asemenea, ei pot fi utilizați pentru prevenirea aprinderii lichidelor inflamabile și în anumite condiții, stingerea incendiilor de solide combustibile.

Spumanții concentrați, de fabricație, grade și clase diferite, sunt adesea incompatibili și nu trebuie amestecați, decât dacă s-a stabilit dinainte că nu rezultă o pierdere de eficacitate inacceptabilă.

Spuma utilizată pentru stingerea incendiilor formează o barieră între substanța combustibilă și oxigenul din aer, separând carburantul de comburant.

Spumanții pot fi utilizați în combinație cu alte substanțe de stingere, în mod particular, cu dioxid de carbon și pulberi.

Acolo unde spuma și pulberea pot fi aplicate simultan sau succesiv, utilizatorii trebuie să se asigure că orice interacțiune nefavorabilă nu produce o pierdere de eficacitate inacceptabilă.

Spuma este adecvată pentru aplicare pe suprafețele incendiate ale lichidelor inflamabile nemiscibile cu apa.

Instalațiile de stingere a incendiilor cu spumă, nu se folosesc în cazurile în care este interzisă prezența apei, precum și atunci când substanțele care ard pot reacționa cu spumanții și pot forma amestecuri toxice sau explozibile.

8.5.4.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații de stingere a incendiilor cu spumă

Din punct de vedere al alcătuirii, instalațiile de stingere a incendiilor cu

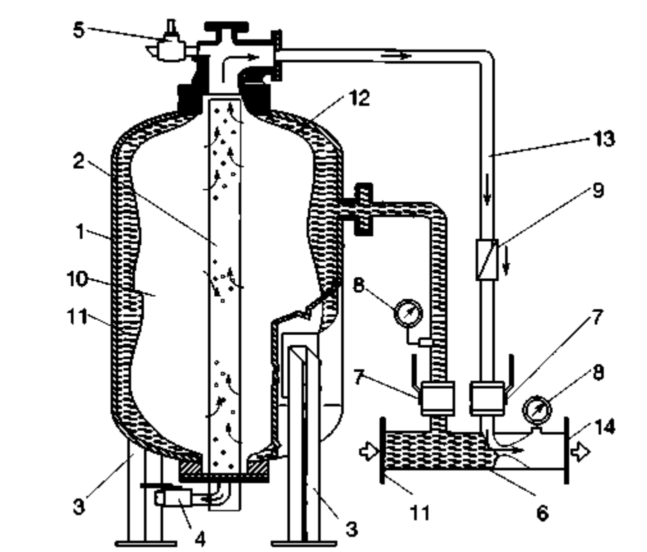


Fig. 8.5.9. Schema de principiu a instalației de generare a spumei:
1 – rezervor vertical; 2 – tub central; 3 – suportul rezervorului; 4 – robinet de descărcare; 5 – robinet (supapă) de siguranță; 6 – amestecător (tub Venturi); 7 – robinet; 8 – manometru; 9 – clapetă de reținere; 10 – spumant; 11 – intrare apă; 12 – membrană lichidă; 13 – soluție spumantă; 14 – ieșire spumă.

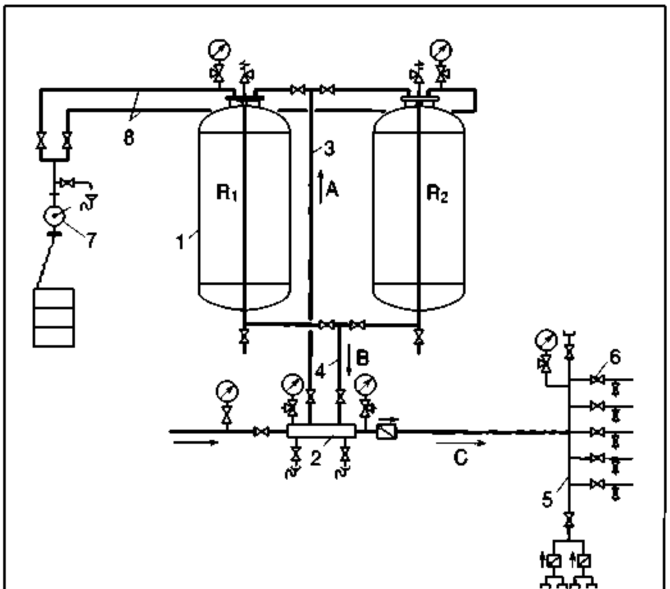


Fig. 8.5.10. Schema instalației de introducere a spumantului cu recipiente închise:
1 – recipient închis; 2 – tub Venturi; 3 – circuit secundar de apă; 4 – circuit de spumant; 5 – distribuitor de soluție spumantă; 6 – robinet de linie; 7 – pompă de spumant; 8 – conductă de umplere; A – apă; B – spumant; C – soluție.

spumă, pot fi fixe, semifixe sau mobile.

Instalațiile fixe de stingere a incendiilor cu spumă se compun, în principal, din:

- instalații de alimentare cu apă;
- recipienți pentru spumanți;
- generatoare de spumă cu insuflare de aer;
- dozatoare;
- pompe pentru spumant;
- conducte pentru soluție spumantă;
- deversoare de spumă.

Instalațiile semifixe de stingere a incendiilor cu spumă au în compunerea lor rezervoare de spumant și dozatoare mobile.

Capetele deversoare de spumă și conductele de spumă (sau de soluție spumantă) sunt fixe.

Instalațiile mobile se compun numai din elemente transportabile.

Rezerva de spumant concentrat, pompele, dozatoarele, aparatele, conductele și armăturile instalației de preparare centralizată a spumei se adăpostesc de intemperii și de acțiunea incendiului (căldură, fum și gaze nocive), într-o clădire independentă numita centrala de spumă (fig. 8.5.8). Aceasta va fi amplasată într-un loc ferit în raport cu poziția rezervoarelor, în afara cuvei de retenție sau în alte spații protejate din clădiri închise.

Clădirea centralei de spumă trebuie să îndeplinească următoarele condiții principale:

- să fie realizată din materiale incombustibile rezistente la foc, corespunzător gradului II de rezistență la foc;
- pereții dinspre rezervoarele protejate să aibă numai fante (vizoare), cu deschidere liberă de 0,20 x 0,10 m, executate astfel încât prin ele să se poată supraveghea evoluția incendiului la rezervoarele protejate;
- pardoseala să fie cu pantă care să permită scurgerea apei în exterior;
- să asigure spațiul de depozitare a rezervei de spumant concentrat, în condițiile specifice fiecărui produs;
- să fie prevăzută cu instalație electrică de iluminat pentru continuarea lucrului în caz de avarie, executată în conformitate cu prevederile normativului I. 7;
- să permită accesul și aprovizionarea cu spumant concentrat;
- să aibă asigurate mijloacele sigure de comunicație cu serviciul de pompieri, cu stația de pompare a apei pentru incendiu, camera de comanda etc.

În figura 8.5.9 se prezintă schema de principiu a instalației de generare a spumei, iar în figura 8.5.10 schema de introducere a spumantului cu recipiente închise, sub presiune. Pentru vehicularea soluției spumante se pot folosi pompe. Pornirea pompei și deschiderea robinetului de pe conducta de soluție spumantă poate fi manuală, locală sau de la distanță, precum și automată, de la detectoare speciale de incendiu. Pornirea automată și de la distanță trebuie dublată de o pornire manuală.

Tabelul 8.5.12. Debitul de praf chimic al unui generator de spumă, în funcție de presiunea apei

Presiunea apei [bar]	4	5	6	7
Consumul de praf, $\dot{M}$ [kg/s]	0,85	0,99	1,01	1,09

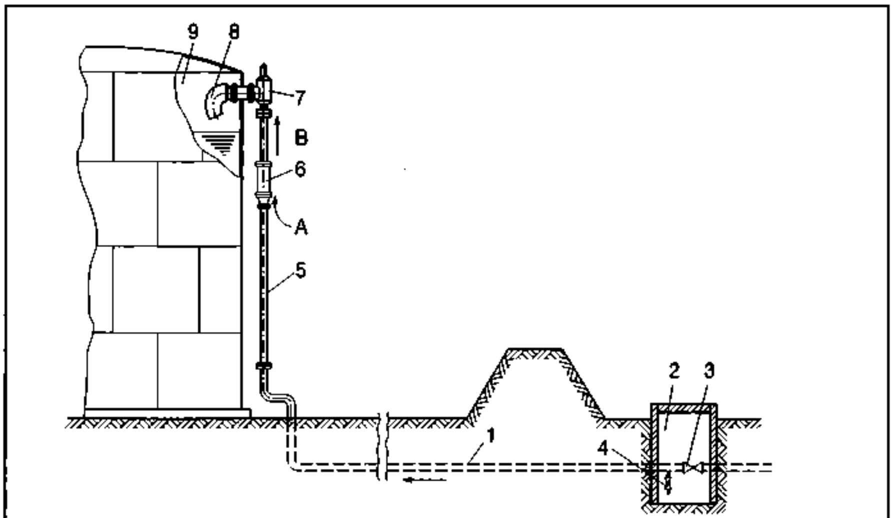


Fig. 8.5.11. Linie de alimentare a unui cap de spumă mecanică:
1 – conductă exterioară de alimentare cu spumă, montată îngropat, cu pantă de scurgere spre căminul de golire; 2 – cămin de golire; 3 – robinet de linie; 4 – robinet de golire; 5 – coloană pentru spumă; 6 – generator pentru înfoierea spumei; 7 – cameră de spumă; 8 – deversor; 9 – rezervor; A – aer; B – spumă.

Instalațiile fixe de stingere cu spumă se prevăd cu pompă de rezervă. Alimentarea pompelor cu energie se asigură din două surse independente (două surse electrice, o sursă electrică și o sursă de altă natură (termică, pneumatică, abur etc.) sau două surse termice.

Când o instalație de preparare a spumei servește câteva obiecte, de la distribuitorul principal se prevăd conducte individuale spre fiecare obiect protejat, sau o rețea inelară de conducte.

Instalațiile din centrala de preparare a soluției spumante și rețelele de conducte trebuie să fie prevăzute cu legături și robinete pentru spălare cu apă după utilizare.

Pe distribuitorul principal se montează ștuțuri cu robinete și racorduri tip B pentru introducerea soluției spumante și direct de la autospecialele de intervenție (în cazul defectării pompelor fixe).

La toate distribuitoarele principale de soluție spumantă se prevăd conducte cu robinete manuale de închidere și cu racorduri tip B pentru alimentarea țevilor portabile generatoare de spuma sau a tunurilor de spumă mecanică.

Conductele de la centrala de spumă până la obiectele protejate se montează fie îngropat (fig. 8.5.11), fie suprateran.

Conductele exterioare și interioare se montează cu pantă de 5 ‰ spre robinetele de golire amplasate în punctele cele mai joase.

În cazul conductelor montate îngropat, robinetul de golire se montează în cămin (fig. 8.5.11).

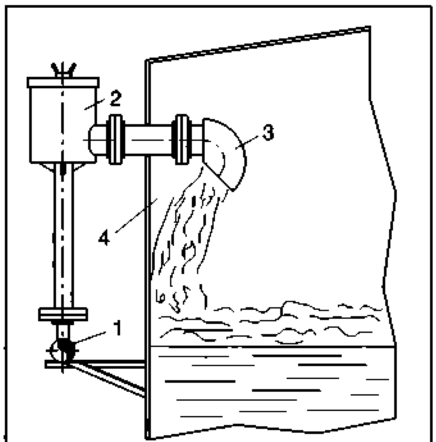


Fig. 8.5.12. Cameră de spumă cuplată cu deversor:
1 – conductă de spumă; 2 – camera de spumă; 3 – deversor; 4 – rezervor.

Conductele amplasate în clădiri și în exterior, vor fi marcate, conform STAS 8589.

Conductele de spumă alimentate de la un distribuitor secundar amplasat în interiorul cuvei de retenție a rezervoarelor cu produse petroliere, nu se prevăd cu robinete de secționare.

Pentru limitarea posibilităților de deteriorare a instalației în caz de explozie la rezervor, conductele verticale de spumă trebuie să fie astfel realizate încât să nu permită smulgerea lor ușoară.

Se recomandă ca spuma să fie introdusă în rezervoarele incendiate, pe la partea superioară (fig. 8.5.12).

Deversoarele pentru introducerea spumei la rezervoare se amplasează la

distanțe egale între ele.

Introducerea spumei pe la partea inferioară a rezervorului se poate folosi numai la rezervoare cilindrice cu capac fix, în care se depozitează hidrocarburi.

În anumite cazuri, pe baza unei analize temeinice, se poate aplica și la rezervoare cu capac plutitor.

Instalația de stingere cu spumă se prevede cu robinete de secționare, membrane de rupere dimensionate corespunzător contrapresiunii din rezervor și robinet cu clapetă de reținere (care împiedică scurgerea combustibilului în instalația de producere a spumei).

Se recomandă montarea de filtre pe conductele de alimentare cu apă, în amonte de dozator.

8.5.4.3 Dimensionarea instalațiilor de stingere cu spumă

Soluțiile spumante se realizează în concentrații volumice de 1 %, 3 %, 5 % sau 6 %, în funcție de tipul spumantului concentrat și de utilajele dozatoare utilizate.

Valorile debitelor specifice necesare stingerii incendiilor cu spumă, se stabilesc prin încercări de către producătorul spumantului concentrat respectiv.

Pentru spumanții concentrați uzuali, se recomandă valorile debitelor specifice redate în tabelul 8.5.12.

Pentru instalații de stingere mobile la rezervoare, valorile debitelor specifice necesare stingerii incendiilor cu spumă, se majorează cu 30 %.

Debitul de spuma ($\dot{V}_s$) necesar stingerii unei zone incendiate, se determină cu relația:

$$\dot{V}_s = \dot{V}_{sp}A \quad [l/min] \qquad (8.5.12)$$

în care:

$\dot{V}_s$ - debitul specific de spumă [(l/min)/m²];

A – aria secțiunii orizontale incendiate [m²].

Pentru rezervoare cu capac plutitor, debitul de spumă ($\dot{V}_s$) se determină numai pentru spațiul de etanșare cuprins între mantaua rezervorului și peretele metalic de dirijare (cu înălțimea de 0,50 m și fixat pe capac la distanța de 0,80 la 1,00m de manta), cu relația:

$$\dot{V}_s = \dot{V}_{sp}L \quad [l/min] \qquad (8.5.13)$$

în care:

$\dot{V}_s$ - debitul specific de spumă [(l/min)/m²];

L – circumferința rezervorului [m].

Debitul minim de calcul pentru stingerea incendiului la rezervoare se determină pentru suprafața rezervorului care necesită consumul cel mai mare din cadrul cuvei respective.

Pentru stingerea incendiului în cuvele de retenție, debitul minim de calcul se determină pentru cuva cu suprafața cea mai mare.

Timpul de operare necesar stingerii incendiului cu spumă, variază între 30 si 55 de minute, în funcție de caracteristicile substanței lichide sau solide combustibile.

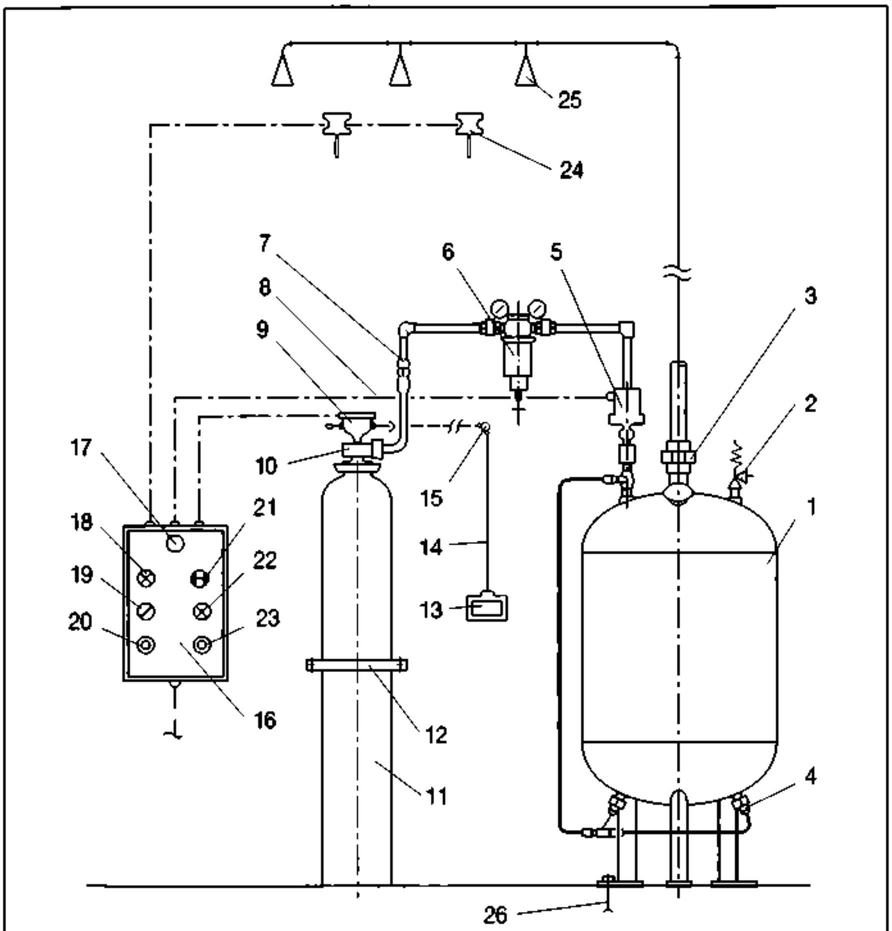


Fig. 8.5.13. Schema unei instalații de stingere a incendiului cu pulbere, cu acționare pneumatică:
1 – rezervor de pulbere; 2 – supapă de siguranță; 3 – racord de evacuare a pulberii din rezervor; 4 – injector; 5 – comutator de presiune; 6 – reductor de presiune cu manometre la intrare și ieșire; 7 – reducție; 8 – racord flexibil; 9 – cap de control electric; 10 – robinetul buteliei de azot; 11 – butelie de azot comprimat; 12 – bridă; 13 – manetă de control; 14 – cablu metalic în tub de protecție φ 3/8"; 15 – rolă; 16 – tablou de control și semnalizare; 17 – sirena de alarmă; 18 – lampă de alarmă incendiu; 19 – selector alarmă incendiu; 20 – buton de control descărcare pulbere; 21 – lampă voltaj; 22 – lampă indicatoare sirenă de alarmă; 23 – buton pentru testarea sistemului de alarmă; 24 – detector de incendiu; 25 – duză; 26 – bolț de fixare a flanșei sudată pe piciorul rezervorului cu pulbere.

8.5.5. Instalații cu pulberi stingătoare de incendiu

8.5.5.1 Proprietățile pulberilor stingătoare de incendiu

Acestea sunt substanțe fabricate pe bază de bicarbonat de sodiu, respectiv, bicarbonat de potasiu, sulfat de amoniu, carbonat de sodiu, sulf, uree, diferite produse ale borului. Ele sunt transportate sub presiune prin conducte, agentul de fluidizare, antrenare și refulare a acestora prin duze asupra focarului de ardere fiind, de regulă, azotul comprimat (în unele cazuri, dioxidul de carbon comprimat) în butelii.

Pulberile stingătoare trebuie să aibă:

- eficacitate mare la stingere, determinată de proprietățile chimice și gradul de dispersie;
- fluiditate bună în conducte și capacitatea de a forma un nor compact în suspensie în aer, stabilitate la umezire și la întărire în cursul unei păstrări îndelungate;
- stabilitate termică;
- conductibilitate electrică redusă.

Pulberea stingătoare trebuie să fie perfect uscată, depozitarea ei făcându-se în încăperi lipsite de umezeală. Recipientele cu pulbere stingătoare se amplasează aproape de locul unde urmează să se intervină, fără însă a fi periclitate de incendiu sau explozie, ferite de influența factorilor atmosferici, de

lovituri etc.

Azotul este comprimat la presiune înaltă (150...200 bar) în butelii cu capacitatea de 40 l. Pentru reducerea presiunii la valoarea necesară fluidizării și transportului pulberii prin conducte, se folosesc reductoare de presiune. Deschiderea ventilului reductorului se face prin comandă pneumatică.

La folosirea dioxidului de carbon trebuie să se țină seamă de fenomenele care însoțesc transformările termodinamice prin destinderea acestuia și trecerea din fază lichidă în faza gazoasă, asigurându-se în același timp, presiunile de lucru necesare fluidizării și transportului pulberii.

În România, s-a realizat o pulbere pe bază de bicarbonat de potasiu, denumită, după inițialele catalizatorului utilizat, „Florex". Acest produs cu mare eficacitate la stingere are în compoziția sa, pe lângă bicarbonatul de potasiu, o serie de compuși chimici, dintre care unii facilitează dezagregarea termică a acestuia, începând de la temperaturile de 150...200 °C, iar alții îmbunătățesc capacitatea de fluidizare și curgere, în condițiile ejectării pulberii cu azot sau cu dioxid de carbon comprimat.

La descompunerea totală la 1 kg de bicarbonat de sodiu se degajă 0,26 kg dioxid de carbon și se asigură o cantitate de căldură necesară pentru evaporarea a 0,3 kg apă.

Pulberile se folosesc la stingerea incendiilor de lichide și gaze combustibile, metale ușoare și aliajele acestora, materiale solide combustibile (lemn, cărbune etc.).

Pulberile stingătoare și produsele lor de descompunere nu sunt periculoase pentru sănătatea omului. De regulă, pulberile nu exercită un efect corosiv asupra metalelor.

8.5.5.2 Soluții constructive și scheme pentru instalații cu pulberi stingătoare de incendiu

Instalațiile cu pulberi stingătoare de incendiu pot fi fixe sau mobile (portabile).

a. Instalațiile fixe cu pulberi stingătoare de incendiu

Aceste instalații pot fi cu inundare locală sau totală a spațiului protejat și pot fi acționate manual sau automat (pneumatic sau mecanic).

Instalația cu pulbere cu acționare pneumatică (fig. 8.5.13) este pusă în funcțiune prin intermediul detectoarelor de incendiu (care pot reacționa la unul sau mai mulți parametri: temperatură, fum etc.) care transmit impulsuri la tabloul electric de comandă, control și semnalizare. De aici, printr-un circuit electric se comandă deschiderea ventilului buteliei cu azot comprimat. Acesta pătrunde printr-o conductă în rezervorul cu pulberi pe care o refulează sub presiune în rețeaua de conducte și prin duze în spațiul protejat. La încetarea funcționării, conductele se curăță de pulberi.

Instalația cu pulberi cu acționare mecanică este pusă în funcțiune datorită energiei unei greutăți care cade în urma topirii unor elemente fuzibile, intercalate pe un cablu care menține greutatea respectivă într-o anumită poziție. Mișcarea greutății se transmite la o pârghie, care deschide robinetul buteliei cu azot comprimat. Acesta pătrunde printr-o conductă în rezervorul cu pulberi, pe care o refulează sub presiune în rețeaua de conducte, de unde, prin duze, este proiectată sub formă de jet asupra focarului de incendiu.

Instalațiile automate sunt prevăzute și cu dispozitive de acționare manuală.

b. Rețeaua de conducte

Pentru transportul pulberii stingătoare se folosesc țevi din oțel zincat sau oțel anticorosiv.

Rețeaua de conducte trebuie ferită de deteriorări mecanice și acțiuni chimice. Acolo unde sunt posibile explozii, conductele se vor monta pe suporturi ferite de efectele mecanice ale exploziei. Conductele se protejează împotriva temperaturilor înalte, a flăcărilor și stropilor de lichide combustibile.

Traseele conductelor prin care se transportă pulberea nu trebuie să aibă schimbări de direcție și curbe bruște. După schimbările de direcție nu se recomandă executarea ramificațiilor în imediata apropiere a cotului în același plan, deoarece din cauza efectului forțelor de inerție, repartiția pulberii în conductă, după ramificație, va fi neuniformă. Coturile și curbele conductelor se prevăd, pe cât posibil, mai aproape de rezervorul cu pulberi. În sectorul inițial al conductei, din cauza vitezei mai reduse de circulație a pulberii, pierderile de sarcină, datorită rezistențelor locale, vor fi mai mici. Se recomandă ca raza de curbură R a conductei la coturi să fie $R > 10\ d$. Lungimea conductei pentru refularea pulberii trebuie să fie, pe cât posibil, mică; se recomandă ca lungimea maximă a conductei magistrale să nu depășească 100 m. Pentru prevenirea obturării conductei cu pulberi, armăturile de închidere trebuie să fie în curent direct. În acest scop se recomandă folosirea robinetelor cu cep sau cu ventil sferic.

Aria totală a secțiunilor ramificațiilor de la conductă trebuie să fie aproximativ egală cu aria secțiunii conductei magistrale.

Pentru a se crea contrapresiunea la duză, aria totală a secțiunii duzelor A_d trebuie să fie în limitele: $A_d = (0,6...0,8)A_c$, unde A_c este aria secțiunii conductei.

c. Duzele de refulare a pulberilor stingătoare de incendiu

Se execută din oțel anticorosiv, alamă sau alte materiale rezistente la coroziune și la acțiunea flăcărilor.

d. Stingătoare cu pulbere

În România se produc stingătoare portabile cu pulbere „Florex" (de către S.C. AROMET S.A. Buzău) în patru tipuri cu masa încărcăturii de 1,5; 2,0; 3,0; 6,0 kg.

8.6. Tehnologii de executare și montare a instalațiilor cu fluide tehnologice

La executarea și montarea instalațiilor cu fluide tehnologice se aplică, în general, aceleași tehnologii ca și la celelalte tipuri de instalații, cu unele particularități ce se prezintă în continuare.

8.6.1. Instalații de aer comprimat

Compresoarele de aer din centrala de aer comprimat se montează pe fundații din beton și sunt prevăzute cu amortizoare de vibrații, de construcție specială.

Conductele pentru transportul și distribuția aerului comprimat se execută cu țevi din oțel, îmbinate prin sudură sau prin flanșe prevăzute cu garnituri din cauciuc. Rețelele exterioare se pot monta aparent (susținute pe stâlpi, estacade etc. și izolate termic) sau îngropate sub adâncimea de îngheț, fiind în prealabil protejate contra coroziunii. Rețelele interioare se montează, în general, cu o pantă de 5 ‰ către separatoarele de condensat.

Rețeaua de conducte pentru distribuția aerului comprimat este supusă următoarelor probe:

- de etanșeitate, la o presiune egală cu 1,5 ori presiunea de regim, care se menține 6 ore în instalație; după acest interval, scăderea presiunii trebuie să fie mai mică de 1 % din presiunea inițială;
- finală de funcționare realizată cu toate robinetele, armăturile și aparatele de măsură și control montate. Presiunea de probă este egală cu cea de regim și se menține în instalație atât timp cât este necesar pentru a controla cu o emulsie de apă și săpun, etanșeitatea robinetelor și armăturilor de utilizare.

Recepția instalației se face după ce se verifică: concordanța dintre proiect și instalația realizată; funcționarea întregii instalații și etanșeitatea acesteia.

Instalațiile de aer comprimat fiind complet automatizate necesită o exploatare cu personal minim, dar cu calificare corespunzătoare.

8.6.2. Instalații de oxigen

Rampele de distribuție a oxigenului gazos și stațiile de gazeificare a oxigenului lichid se proiectează, execută și montează conform prescripțiilor din „Normativul departamental pentru proiectarea fabricilor de oxigen și stațiilor de distribuție a oxigenului" - P.D. 43.

Conductele de oxigen se montează, în general, aparent, la distanțe de cel puțin 500 mm de cablurile electrice izolate și de 1.000 mm de conductoarele electrice neizolate.

Este interzisă montarea conductelor de oxigen în canale împreună cu cablurile electrice de forță, de iluminat sau telefonice.

Toate conductele pentru oxigen se îmbină prin sudare; cele din cupru, fie prin sudare, fie prin lipitură tare. Flanșele sau manșoanele cu filet se folosesc numai la legarea armăturilor.

Pentru siguranță, în timpul exploatării, conductele de oxigen se marchează cu etichete de avertizare.

După montarea rețelei de conducte și a armăturilor de închidere, se efectuează următoarele probe hidraulice:

- de rezistență a rețelei de conducte la presiunea de 1,5 ori presiunea de lucru (de regim) însă cel puțin 1 bar; proba se face cu aer comprimat sau apă; îmbinările se verifică cu emulsie de apă și săpun;
- de etanșeitate - se execută cu oxigen la presiunea de lucru. Înainte de probare, instalația este suflată cu azot comprimat; nu se admit pierderi de gaz peste 1 % din volumul inițial pentru conducte cu presiunea de lucru până la 1 bar și 0,3 % pentru presiuni mai mari.

Înainte de a fi dată în exploatare, rețeaua conductelor de oxigen trebuie să fie degresată prin spălare cu tetraclorură de carbon (CCl_4). După spălare, resturile de soluție se îndepărtează cu ajutorul aerului fierbinte sau al vaporilor de apă insuflați în conductă.

Exploatarea instalațiilor de oxigen trebuie făcută de către personal calificat, care să cunoască normele de tehnică a securității muncii și de apărare împotriva incendiilor și exploziilor specifice acestor tipuri de instalații.

8.6.3. Instalații de acetilenă

La montarea generatoarelor de acetilenă se aplică prescripțiile tehnice din „Normativul pentru proiectarea și executarea din punct de vedere al prevenirii incendiilor și exploziilor, a instalațiilor care produc sau utilizează acetilenă".

Rețelele exterioare de acetilenă se montează aparent, pe estacade sau îngropat, sub cota de îngheț (la minimum 0,8 m de la nivelul solului până la generatoarea de sus a conductei de acetilenă).

Distanțele conductelor îngropate față de clădiri, canale sau cămine este de minimum 3 m; față de cabluri electrice îngropate de minimum 1 m; față de conducte de alimentare cu apă și canalizare de 1,5 m, iar față de conducte cu lichide inflamabile de minimum 5 m.

Conductele se montează cu o pantă de 5 ‰ către punctele rețelei unde se amplasează separatoare de apă.

Rețelele interioare se montează aparent, pe suporturi proprii, deasupra celorlalte categorii de conducte. Față de cablurile electrice distanța de montare a conductelor de acetilenă trebuie să fie cel puțin 1 m.

La locul derivațiilor pentru acetilenă se intercalează câte o supapă hidraulică de siguranță, iar deasupra lor este bine să se monteze pâlnii de ventilare.

Înainte de a pune în exploatare conductele de acetilenă cu o presiune de 1,5 bar, se face o probă de presiune.

Ținând seama că la explozia acetilenei presiunea crește de circa 13 ori în comparație cu presiunea din supape, acestea trebuie să fie încercate la presiunea: $p_i = 13\,(1{,}5 + 1) - 1 = 31{,}5$ bar.

Proba de etanșeitate se face cu aer comprimat la o presiune de trei ori mai mare decât presiunea de lucru.

Neetanșeitățile se determină cu ajutorul soluțiilor de săpun sau al altor soluții spumoase. Înainte de a introduce acetilenă în conductă, aceasta este suflată cu un gaz inert: azot (N_2) sau dioxid de carbon (CO_2). Gazele respective se vor evacua în atmosferă.

Exploatarea instalațiilor de acetilenă se face de către personal calificat și instruit pentru a cunoaște normele de tehnică a securității muncii și de apărare împotriva incendiilor specifice acestor tipuri de instalații.

8.6.4. Instalații cu fluide tehnologice folosite pentru combaterea incendiilor

Pe durata executării și montării acestor instalații, se iau măsuri de evitare a pătrunderii în interiorul conductelor a unor corpuri străine care ar putea împiedica transportul sau refularea substanțelor stingătoare de incendiu.

Subansamblurile și echipamentele se transportă asamblate, păstrându-și caracteristicile tehnice și constructive cu care au fost realizate de producător și se depozitează în condiții de siguranță.

După montare, conductele se curăță, iar înainte de montarea duzelor (pentru CO_2, FM200, azot, pulberi stingătoare) se suflă cu aer (sau azot) comprimat, pentru îndepărtarea eventualelor corpuri străine, pătrunse accidental.

La montarea duzelor de refulare se urmărește ca acestea să nu se înfunde, deformeze etc.

După executarea instalațiilor de stingere a incendiilor se verifică rigiditatea îmbinărilor prin proba hidraulică de rezistență la presiune și proba de etanșeitate cu aer comprimat.

Proba de funcționare are ca obiectiv controlul funcționării armăturilor de comandă, a dispozitivelor de alarmă etc. Proba de funcționare se face cu o singură butelie sau cu întreaga instalație, în funcție de complexitatea acesteia. În cadrul probei de funcționare se verifică funcționarea instalației atât local, cât și de la distanță (când este astfel proiectată).

Instalațiile de stingere a incendiilor sunt prevăzute cu indicatoare de marcare corespunzătoare.

8.7. Elemente necesare pentru elaborarea instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor cu fluide tehnologice

Exploatarea rațională și în condiții de deplină siguranță în funcționare a instalațiilor cu fluide tehnologice este asigurată numai de personal calificat și instruit în privința cunoașterii și aplicării normelor de tehnica securității muncii și de apărare împotriva incendiilor și exploziilor.

În acest scop se afișează la loc vizibil:

- schema de funcționare a instalațiilor;
- instrucțiunile specifice de exploatare a instalațiilor;
- măsurile specifice de tehnica securității muncii și de apărare împotriva incendiilor și exploziilor.

La elaborarea instrucțiunilor specifice de exploatare a instalațiilor cu fluide tehnologice, se aplică prevederile din normativele în vigoare referitoare la aceste tipuri de instalații, prescripțiile tehnice ISCIR și condițiile tehnice cuprinse în documentațiile date de furnizorii de utilaje, echipamente și aparate.

I. Instalații sanitare

Capitolul 9
Metodologia de calcul a performanței energetice a instalațiilor de apă caldă de consum

9.1. Obiect, domeniul de aplicare, acte normative conexe, terminologii, notații

Parlamentul European a aprobat în anul 2002, Directiva 91 privind performanța energetică a clădirilor. Pe baza acestei directive în anul 2005, Parlamentul României au aprobat Legea nr. 372 privind performanța energetică a clădirilor.

Prin legea nr. 372/2005 se precizează obligativitatea elaborării și aprobării reglementărilor tehnice privind metodologia de calcul a performanței energetice a clădirilor.

Metodologia cuprinde, în principal, următoarele elemente:

a) caracteristicile termotehnice ale elementelor ce alcătuiesc anvelopa clădirii, compartimentarea interioară, inclusiv etanșeitatea la aer;
b) instalațiile de încălzire și de alimentare cu apă caldă menajeră, inclusiv caracteristicile în ceea ce privește izolarea acestora;
c) instalația de condiționare a aerului;
d) ventilația;
e) instalația de iluminat integrată, în principal sectorul nerezidențial;

Pe baza Legii nr. 372/2005, s-a elaborat în anul 2006 și s-a aprobat în anul 2007, „Metodologia de calcul a performanței energetice a instalatiilor de alimentare cu apa calda menajera", indicativ Mc 001/II-3

Se prezintă în continuare metodologia, la care s-au făcut unele precizări și comentarii cu caractere în italic.

9.1.1. Obiectul metodologiei și domeniul de aplicare

Aceste prevederi cuprind metode de evaluare a performanței energetice a sistemelor de încălzire și de alimentare cu apă caldă de consum a clădirilor și își propune să precizeze metodele pentru calculul necesarului de energie și de eficiență a sistemelor. Metodologia tratează, pe de o parte, atât pierderile de energie (căldură) aferente sistemului de distribuție cât și cele corespunzătoare unităților de stocare a apei calde, respectiv energia utilizată de generatoarele pentru producerea apei calde de consum.

Calculul consumului de energie pentru apa cladă de consum, se referă la calculul necesarului de energie corespunzător instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum din clădiri și se referă la următoarele aspecte:

- calculul necesarului de energie aferentă consumului de apă caldă, pentru o zonă sau pentru o clădire având o anumită destinație, Q_{ac};
- calculul pierderilor de energie pe traseele distribuției și recirculării pentru alimentarea cu apă caldă, $Q_{ac,p,d}$;
- calculul pierderilor de energie corespunzătoare sursei de producere a căldurii; stocării (acumulării) sau furnizării cu intermitență a apei calde de consum, $Q_{ac,p,s}$ și $Q_{ac,p,g}$.

La calculul consumurilor de energie pentru apa cladă de consum se iau în considerare și pierderile de energie datorate risipei și pierderilor de apă la armăturile de utilizare.

9.1.2. Acte normative conexe, terminologii, notații

Referințe la actele normative sunt citate în locul cel mai indicat din text și sunt listate la final. Acestea se referă la calculul consumurilor de energie termică, și a pierderilor de caldură în instalațiile și sistemele de preparare și distribuție a apei calde menajeră.

Domeniul de aplicare este constituit de toate activitățile din domeniul construcțiilor prevăzute de legislația în vigoare: Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor.

9.1.3. Notații, unități de măsură

Se aplică următoarele simboluri, unități de măsură și indici conform tabel 9.1 și tabel 9.2.

Tabelul 9.1 – Simboluri și unități de măsură

Simbol	Denumirea	Unitate de măsură
A	suprafață	m²
a	necesar specific de apă caldă de consum	depinde de consumator
c	căldura specifică masică	J/(kg·K)
D	diametrul conductei	mm
s	grosimea peretelui conductei	mm
e	grosimea termoizolatiei	mm
E	energia primară	J
f	factor de conversie	-
m	masa	kg
$\dot{M}$	debitul masic	Kg/s
t	timpul, perioada de timp	s
T	temperatura absolută (termodinamică)	K
Q	cantitatea de căldură, energie	J
Φ	puterea termică	W
P	puterea electrică	W
V	volumul	m³
$\dot{V}$	debitul volumic	m³/s
W	energia electică auxiliară	J
η	eficiența	-
θ	temperatura, în grade celsius	°C
ρ	Densitate (masa volumică)	Kg/m³
λ	conductivitate termică	W/(m·K)
α	conductanță termică	W/(m²·K)
h_{ie}	Coeficientul de transfer convectiv	W/(m²·K)
K	Coeficient global de transfer de căldură	W/(m²·K)

Tabelul 9.2 – Indici utilizați

Indice	Semnificație
ac	apă caldă pentru consum menajer
c	consum la punctele de furnizare a apei calde de consum
d	distribuție
s	stocare, acumulare
g	preparare, generare
ar	apă rece pentru consum menajer
p	pierderi
arm	armătură, punct de consum
loc	locuință, apartament
amb	ambiant

9.2. Clasificarea instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum

Instalațiile de alimentare cu apă caldă pot fi clasificate în funcție de următoarele criterii:

- în funcție de numărul de surse de energie utilizate pentru prepararea apei calde de consum și a numărului de zone de distribuție ;
- în funcție de sistemele de încălzire adoptate pentru clădire;
- în funcție de combustibilul utilizat;
- în funcție de regimul de furnizare al apei reci.

9.2.1. Sisteme de preparare a apei calde de consum în funcție de numărul de surse de energie și de zone de distribuție

Instalațiile de alimentare cu apă caldă de consum sunt constituite, în general, dintr-un echipament de preparare a apei calde de consum, eventual un rezervor de acumulare, un sistem de conducte de distribuție, eventual recirculare a apei calde de consum și din punctele de consum respectiv armături obiectelor sanitare.

Energia corespunzătoare instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum poate fi stabilită, separat, pentru fiecare din cele patru părți ale instalației de alimentare, respectiv:

- sistemul de furnizare a apei calde de consum, respectiv punctele de consum – bateriile amestecătoare;
- sistemul de distribuție a apei calde de consum, inclusiv recircularea;
- sistemul de preparare/acumulare a apei calde de consum;
- sistemul de producere a energiei termice necesare preparării apei calde de consum (ex: cazane, panouri solare, pompe de căldură, unități de cogenerare).

În cazul în care clădirea are mai multe funcțiuni sau instalația de alimentare cu apă caldă de consum servește mai mulți utilizatori, atunci calculul performanței energetice poate fi aplicat întregii clădiri sau unei părți a clădirii, după caz. În vederea realizării acestor calcule, clădirile sunt clasificate în funcție de numărul zonelor de consum existente în clădire, precum și în funcție de numărul instalațiilor de alimentare cu apă caldă corespunzătoare acestor zone.

O zonă este definită ca o clădire sau o parte a clădirii cu funcțiune distinctă, pentru care se calculează necesarul de energie utilizată pentru prepararea apei calde de consum.

9.2.1.1. O singură zonă și o singură instalație de alimentare cu apă caldă de consum

Cea mai simplă instalație corespunde cazului unei singure instalații de alimentare cu apă caldă de consum care servește o singură zonă; de exemplu, o instalație de alimentare cu apă caldă care presupune o preparare centralizată a apei și o distribuție la consumatorii unui singur apartament.

9.2.1.2. O singură zonă și mai multe instalații de alimentare cu apă caldă de consum

Acest caz corespunde unei zone în care necesarul de apă caldă este asigurat de mai multe echipamente de preparare a apei calde de consum. Într-o clădire de locuit, acest caz corespunde unui încălzitor de apă caldă pentru baie și, separat, un alt încălzitor pentru bucătărie. În celelalte tipuri de clădiri, zonarea depinde de modul de organizare funcțională și de echiparea cu instalații.

Calculul necesarului de energie trebuie efectuat, separat, pentru fiecare instalație de alimentare cu apă caldă de consum. În fiecare caz, volumul de de apă caldă necesar consumului este determinat de tipul armăturilor și destinația consumului.

Necesarul total de energie corespunzător zonei de consum se obține prin însumarea necesarurilor de energie termică corespunzătoare sistemelor componente ale instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum.

9.2.1.3. Mai multe zone și o singură instalație de alimentare cu apă caldă de consum

Această situație corespunde cazului în care clădirea este împărțită în mai multe zone cu funcțiuni distincte/unități funcționale independente și în care există o singură instalație de alimentare cu apă caldă de consum, ca de exemplu un bloc de locuințe având și spații cu alte destinații.

Fiecare unitate funcțională se constituie într-o zonă de consum, iar necesarul total de energie corespunzătoare instalației de alimentare cu apă caldă se calculează prin însumarea necesarului de energie al fiecărei zone.

Pentru cazul cu mai multe zone și o singură instalație de alimentare cu apă caldă de consum, se pot distinge două categorii de clădiri:

- clădiri individuale sau apartamente cu preparare locală a apei calde de consum, cu/fără contorizare a consumurilor de apă:
  - cu centrale termice individuale;
  - cu încălzitoare locale de apă caldă.
- clădiri condominiale cu preparare centralizată a apei calde de consum:
  - cu contorizarea consumurilor de apă caldă la nivelul centralizat;
  - cu contorizarea consumurilor de apă caldă la nivelul scării sau al tronsonului de bloc;
  - cu contorizarea consumurilor de apă caldă la nivelul apartamentului; fără contorizare;
  - cu contorizarea consumurilor de apă caldă la nivelul armăturilor obiectelor sanitare;
  - fără contorizare.

9.2.2. Sisteme centrale de preparare a apei calde de consum în funcție de sistemele de încălzire

9.2.2.1. Sisteme centrale de preparare a apei calde de consum cu ajutorul centralelor termice

În general sistemele centrale de preparare a apei calde de consum sunt caracterizate prin existența sursei centrale de preparare a apei calde și de existența unei rețele de distribuție a apei calde de consum.

Sistemele centrale de preparare a apei calde de consum cu centrale termice, după locul de amplasare a centralei termice, pot fi clasificate în două categorii:

- Centrale termice pentru ansambluri de clădiri;
- Centrale termice pentru o singură clădire, cu centrala termică amplasată în clădire sau alipită clădirii.

Diferența dintre cele două tipuri de centrale termice, din punct de vedere al alimentării cu apă caldă de consum, constă în următoarele:

a. în cazul centralei termice pentru ansambluri de clădiri, există următoarele particularități ale instalației:
   - rețelele exterioare de alimentare cu apă caldă, sunt amplasate de obicei în canale de distanță sau direct în pământ;
   - prezența rețelelor exterioare de alimentare cu apă caldă are drept consecință creșterea lungimii conductei de alimentare cu apă caldă;
   - se impune montarea de contoare de apă caldă la fiecare racord de intrare în clădire a rețelei de apă caldă;
   - cresc pierderilor de căldură datorită lungimii mai mari a rețelei de alimentare cu apă caldă și a modului de amplasare a conductelor;
   - existența unei rețele exterioare obligă la prevederea unor conducte de recirculare a apei calde de consum.
b. în cazul centralelor termice pentru o singură clădire, rețeaua de distribuție a apei calde este de regulă amplasată în subsol sau în canale tehnice, sub pardoseala parterului clădirii.

9.2.2.2. Schemele de preparare a apei calde de consum

Schemele de preparare a apei calde de consum cu centrală termică pentru ansambluri de clădiri sau cu centrală pentru o singură clădire, cuprind următoarele tipuri de echipamente:

- cu acumulare cu serpentină de tip boilere;
- fără acumulare de tip schimbătoare de căldură tubulare sau cu plăci;
- cu acumulare fără serpentină și schimbătoare de căldură tubulare sau cu plăci.

Utilizarea schimbătoarelor de căldură cu acumulare determină creșterea pierderilor de căldură în perioada în care apa caldă este acumulată.

Cazanele în care se prepară agentul termic nu depind de schema de preparare a apei calde de consum, ci de sistemele de încălzire adoptate.

Cazanele utilizate sunt de tipul:
- nerecuperativ;
- recuperativ în condensație.

Randamentul termic al cazanelor recuperative este mai mare cu până la 5%, față de celelalte cazane.

9.2.2.3. Sisteme centrale de preparare a apei calde de consum cu centrale termice cu cogenerare

O unitate de cogenerare presupune instalarea acesteia în scopul producerii de energie electrică, termică pentru încălzire, pentru prepararea apei calde și eventual pentru instalații de climatizare. Unitatea poate funcționa independent sau poate fi cuplată cu alte surse de căldură (cazane clasice sau chillere).

Unitățile de cogenerare integrate clădirii produc căldură numai pentru utilizarea acesteia în interiorul clădirii. Energia electrică produsă poate fi utilizată in interiorul clădirii sau exportată în cazul în care sursa produce în exces acest tip de energie (și depășește necesarul consumatorului).

9.2.2.4. Sisteme centrale/locale de preparare a apei calde de consum utilizând energii neconvenționale

Surse de energie neconvenționale utilizate pentru preparea apei calde de consum pot fi:
- Solară
- Biomasă
- Geotermală etc.

9.2.3. Combustibilul utilizat pentru cazanele centralelor termice

Combustibilul utilizat pentru cazanele centralelor termice poate fi:
- combustibil gazos (gaze naturale combustibile, gaze petroliere lichefiate);
- combustibil lichid;
- combustibil solid natural, brichetat (lemne, cărbune, etc).

9.2.4. Regimul de alimentare cu apă rece

Regimul de furnizare a apei reci poate fi continuu sau intermitent. În consecință, și regimul de furnizare al apei calde poate fi asigurat cel puțin în aceleași condiții ca și pentru apa rece.

În condițiile furnizării intermitente a apei calde de consum (între anumite ore din timpul zilei), s-a constatat o creștere a debitului de apă caldă consumată în regim de furnizare intermitentă comparativ cu regimul de furnizare continuu.

În ceea ce privește temperatura apei reci, aceasta este cuprinsă între 5 și 180°C.

9.3. Energia utilă pentru instalațiile de alimentare cu apă caldă de consum

Energia utilă corespunzătoare instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum reprezintă suma energiilor utile pentru fiecare din cele patru sisteme constitutive ale instalației de alimentare, respectiv:
- sistemul de furnizare a apei calde de consum, respectiv punctele de consum – bateriile amestecătoare etc;
- sistemul de distribuție a apei calde de consum, inclusiv recircularea;
- sistemul de preparare/acumulare a apei calde de consum;
- sistemul de producere a energiei termice necesare preparării apei calde de consum (ex: cazane, panouri solare, pompe de căldură, unități de cogenerare).

Energia utilă pentru instalația de alimentare cu apă caldă de consum depinde de:
- volumul de apă caldă solicitat de utilizatori, furnizat la punctele de consum în cantități determinate de tipul armăturilor sanitare sau de numărul utilizatorilor și norma specifică de consum (energia utilă netă).
- volumul pierderilor de apă caldă de consum, care depinde de caracteristicile și starea tehnică a instalației de alimentare cu apă caldă .
- volumul total al pierderilor de energie (energie termică + energie electrică) aferente sistemelor de preparare și distribuție a apei calde de consum.

9.3.1. Elementele componente ale instalației de alimentare cu apă caldă de consum

Orice instalație de alimentare cu apă caldă de consum poate fi descrisă cu ajutorul a patru sisteme componente, definindu-se astfel și modul de utilizare a energiilor. Împărțirea instalației în sisteme componente și utilizarea energiei sunt ilustrate în fig. 9.1.

Metodologia și pașii de calcul urmăresc în sens invers direcția de transmitere a energiei în instalația de alimentare cu apă caldă, respectiv direcția de calcul este inversă direcției fluxului de energie. Calculul începe cu evaluarea consumurilor de energie necesară volumului de apă caldă furnizat la consumator (baterii amestecătoare montate la punctele de consum) și se finalizează cu evaluarea energiei consumate pentru fiecare din sistemele componente ale instalației, prin calculul pierderilor de energie corespunzătoare fiecărui sistem.

Cantitatea de energie utilă reprezintă consumul total de energie pentru furnizarea necesarului de apă (energia utilă netă) și acoperirea pierderilor și risipei din sistem.

Energia necesară acoperirii pierderilor cuprinde, pe de o parte, pierderile de căldură aferente sistemelor, cât și energia electrică necesară alimentării agregatelor de pompare și/sau servomecanismelor, $W_{ac,e}$, care se calculează separat (în cazul în care se apreciază că este necesară estimarea lor).

Pe perioada sezonului de încălzire, sau în lunile în care necesarul de căldură pentru încălzirea spațiului este semnificativ ca valoare, o parte din pierderile de căldură aferente instalației de alimentare cu apă caldă de consum și o parte din energia auxiliară pentru fiecare din sistemele componente devin energii recuperabile.

Calculele se consideră definitivate, pentru fiecare din sistemele considerate, în momentul obținerii valorii finale de energie utilă în sistem (utilă netă+ pierderi).

9.3.2. Pierderile de căldură aferente instalației de alimentare cu apă caldă de consum

Pierderile totale de căldură corespunzătoare instalației de alimentare cu apă caldă de consum, $Q_{ac,p}$ se exprimă prin suma pierderilor de căldură al fiecărui sistem component, după cum urmează:

$$Q_{ac,p}=Q_{ac,c}+Q_{ac,d}+Q_{ac,s}+\sum Q_{ac,g} \quad [J] \qquad (9.1)$$

în care:

$Q_{ac,c}$ - este pierderea de căldură datorată furnizării / utilizării la consumator a apei calde la temperatură diferită de temperatura nominală de calcul [J].

$Q_{ac,d}$ - pierderea de căldură pe conductele de distribuție [J]; pierderea de căldură depinde de lungimea rețelei sistemului de distribuție a apei calde de consum, de amplasarea conductelor de distribuție, de izolarea lor termică, de temperatura apei calde și de sistemul de control aferent;

$Q_{ac,s}$ - pierderea de căldură corespunzătoare sistemelor de acumulare a apei calde de consum [J];

$Q_{ac,g}$ - pierderea de căldură aferentă echipamentului de preparare a apei calde de consum cât și pe circuitul de agent termic primar, atât pe perioada de funcționare a acestuia cât și pe perioada de nefuncționare.

În unele situații, aceste sisteme se

combină sau se separă, după cum se poate exemplifica:

- $Q_{ac,c}$ (necesarul de căldură corespunzător furnizării apei calde la punctele de consum) și $Q_{ac,d}$ (pierderile de căldură din rețeaua de distribuție a apei calde de consum) pot fi combinate, din motive practice (de exemplu, în cazul preparării locale a apei calde de consum, în care lungimea conductelor de distribuție a apei calde este nesemnificativă);
- în cazul instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum în care distribuția apei este însoțită de o instalație de recirculare, este importantă considerarea distinctă a zonelor din instalație în care există recircularea apei calde și celor în care recircularea lipsește.

Pentru evaluarea instalațiilor cu sisteme de recirculare, $Q_{ac,d}$ trebuie să fie determinat distinct pe zone din instalație cu și fără recirculare;

- în cazul prezenței sistemelor locale de încălzire și preparare a apei calde de consum (de exemplu centrale murale), este mai greu de realizat o distincție clară între cantitățile de energie necesare producerii $Q_{ac,g}$ și stocării acm $Q_{ac,s}$, astfel că în final, cei doi termeni $Q_{ac,s}$ și $Q_{ac,g}$ trebuie să fie exprimați cumulat.

9.3.3. Perioadele de calcul

În final, se urmărește stabilirea consumului anual de energie pentru instalația de alimentare cu apă caldă de consum.

Acest obiectiv poate fi atins în două moduri, după cum urmează:

- utilizând informații privind perioada de funcționare anuală a instalației, care permit determinarea unor valori medii globale (metodă aplicabilă clădirilor existente pentru care există date privind consumurile facturate de apă caldă de consum etc);
- împărțind anul într-un număr de perioade de calcul (ex: luni, săptămâni), și determinând consumul total prin însumarea energiilor corespunzătoare pentru fiecare perioadă (metodă utilizabilă pentru clădiri noi și pentru cele existente).

9.4. Recuperarea pierderilor de căldură

Când se analizează o clădire sau o parte a clădirii, nu toate pierderile de căldură ale instalației de alimentare cu apă caldă de consum reprezintă pierderi efective; acest fapt se datorează recuperărilor parțiale. De exemplu, pierderile de căldură ale conductelor sunt pierderi efective în cazul în care conductele sunt amplasate în exteriorul clădirii. Dacă conductele sunt amplasate în interiorul spațiilor încălzite, degajarea de căldură de la conducte poate contribui la încălzirea spațiului; în acest caz, pierderile de căldură sunt considerate recuperate, și pot fi luate în considerare pentru reducerea necesarului de căldură pentru încălzire. In mod similar, în cazul în care clădirea studiată are un sistem de răcire, pierderile de căldură ale instalației de alimentare cu apă caldă de consum pot majora sarcina de răcire corespunzătoare.

9.5. Energia auxiliară totală necesară pentru instalația de alimentare cu apă caldă de consum

Energia auxiliară este energia necesară echipamentelor electrice prezente în instalația de alimentare cu apă caldă, respectiv pompele de distribuție, circulație, vanele și echipamentele de control și automatizare. Necesarul de energie auxiliară se calculează pentru fiecare sistem component al instalației de alimentare cu apă caldă de consum: $W_{ac,x}$. Totalul energiei auxiliare se obține prin însumarea energiei utilizate în fiecare element component a instalației. Energia auxiliară este exprimată în kWh/an sau în kWh/lună. O parte din energia auxiliară poate fi recuperată sub formă de căldură, $Q_{r,x}$.

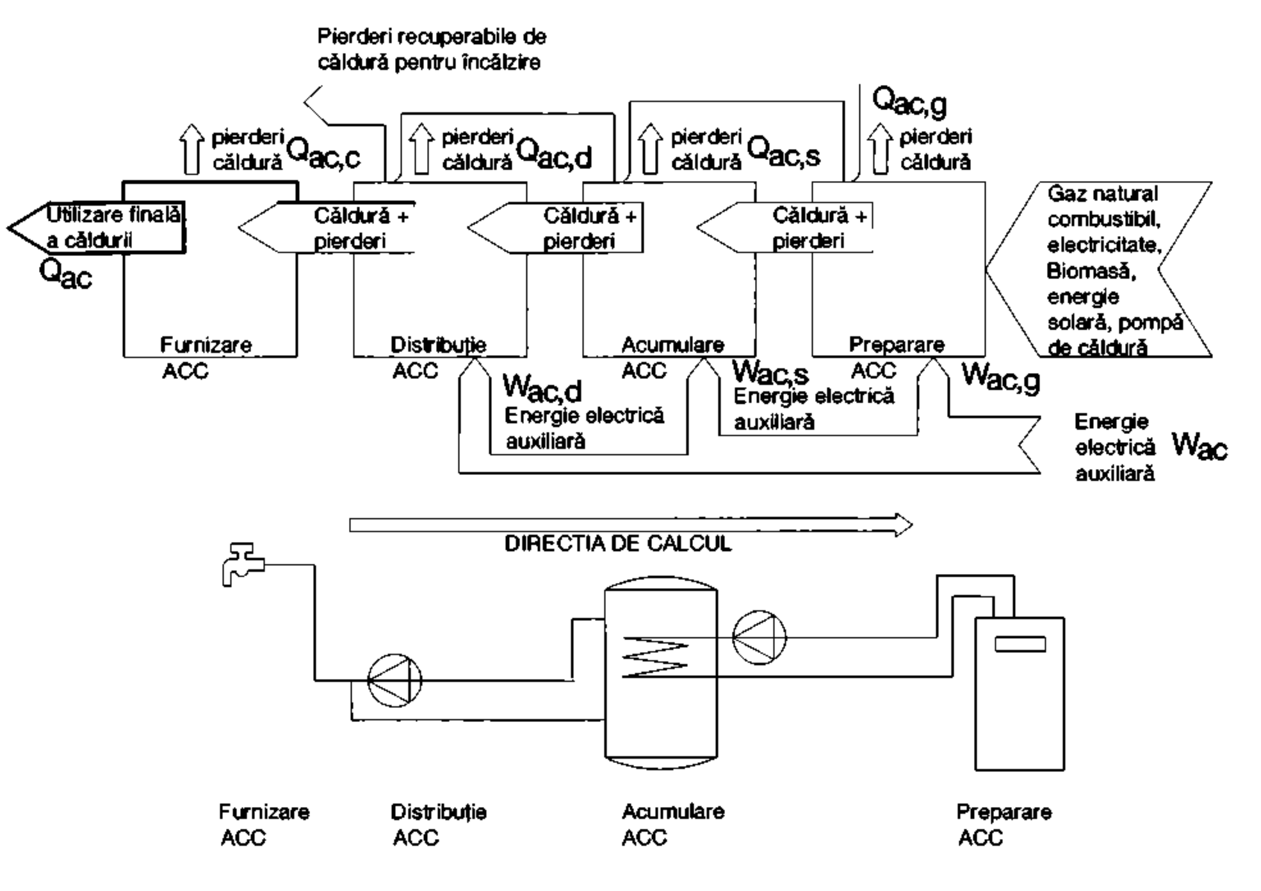


Fig. 9.1. Forme de energie consumate în instalația de alimentare cu apă caldă de consum, direcția de calcul și împărțirea în sisteme componente a instalației de alimentare cu apă caldă de consum.

$$W_{ac,p}=W_{ac,c}+W_{ac,d}+W_{ac,s}+\sum W_{ac}$$

[kWh/an] (9.2)

în care:

$W_{ac,c}$ - energia electrică utilizată în sistemul de furnizare, la punctul de consum, a apei calde la consumator (de exemplu armăturile cu celulă fotoelectrică)

$W_{ac,d}$ - energia electrică utilizată în sistemul de distribuție (ex. pompa necesară distribuției și recirculării apei calde de consum);

$W_{ac,s}$ - energia electrică utilizată în sistemul de acumulare a apei calde de consum (exemplu sistemul de control și automatizare pentru boilere);

$W_{ac,g}$ - energia electrică utilizată în sistemul de preparare a apei calde de consum, care poate fi tratată separat sau poate fi considerată împreună cu energia auxiliară necesară instalațiilor de încălzire a clădirii, dacă același echipament satisfac ambele cerințe (încălzire și preparare a apei calde de consum).

9.6. Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum (energia utilă netă)

În acest capitol se descriu metode de calcul a energiei termice necesare pentru livrarea apei calde la consumatori.

9.6.1. Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum, pe baza volumului de apă furnizat la consumator

Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum corespunde energiei necesare încălzirii apei calde cerută de consumator, la temperatura dorită.

În cazul în care există un sistem de contorizare al volumului de apă caldă consumată, atunci necesarul de apă caldă poate fi determinat direct, prin aplicarea formulei 9.3.

În cazul lipsei unui sistem de contorizare, necesarul de apă caldă de consum poate fi determinat în funcție de numărul și de tipul consumatorilor. Energia totală pentru încălzirea necesarului de apă caldă de consum se determină prin însumarea cerințelor individuale.

Formula generală de determinare a necesarului de căldură pentru prepararea apei calde de consum, Q_{ac}, este dată de relația:

$$Q_{ac}=\sum \rho \cdot c \cdot V_{ac} \cdot \left(\theta_{ac}-\theta_{ar}\right) \qquad (9.3)$$

în care:

ρ - este densitatea apei calde de consum [kg/m³] (tabel 9.3);

c - căldura specifică a apei calde de consum [J/kg·K] (tabel 9.3);

V_{ac} - volumul necesar de apă caldă de consum pe perioada considerată [m³];

θ_{ac} - temperatura de preparare a apei calde [°C];

θ_{ar} - temperatura apei reci care intră în sistemul de preparare a apei calde de consum [°C];

i - 1, n - reprezintă indice de calcul pentru categoriile de consumatori.

Relația de calcul (9.3) poate fi aplicată diferitelor perioade de timp reprezentative pentru consum. De exemplu, acolo unde volumul de apă Vac reprezintă volumul anual de apă, atunci necesarul de căldură pentru prepararea apei calde are valoarea anuală.

9.6.2. Temperatura de utilizare a apei calde

Temperatura de preparare a apei calde de consum se diferențiază față de temperatura de utilizare a apei calde; pentru preparare, se adoptă temperaturi de 45-60 °C, iar pentru utilizare, temperaturile se încadrează în intervalul 35 și 60 °C, după cum urmează:

- pentru igienă corporală – 35 – 40 °C;
- pentru spălat / degresat – 50-60 °C.

Temperatura de preparare a apei calde menajere este cuprinsă în intervalul 45-60 °C, în funcție de poziția echipamentului de preparare în raport cu punctele de consum. In scopul definirii unei date comparabile de calcul, se va folosi ca temperatură nominală de preparare a apei calde de consum, temperatura de 60 °C.

Tabel 9.3 - Densitatea și căldura specifică a apei calde în funcție de temperatură

θ [°C]	5 °C	10 °C	15 °C	40 °C	50 °C	55 °C	60 °C
ρ [kg/m³]	999,9	999,7	999,1	992,2	988,0	985,6	983,2
c [J/(kg·K)]	4,200	4,188	4,184	4,182	4,182	4,182	4,183

9.6.3. Temperatura apei reci

Variația temperaturii apei reci poate avea un efect important în evaluarea necesarului de căldură pentru producerea apei calde de consum.

În mod convențional, aceasta se consideră egală cu 10 °C.

Pentru a ține seama de diferitele zone geografice se pot lua în considerare variații locale în funcție de categoria sursei, conform datelor din tabelul 9.4.

9.6.4. Volumul necesar de apă caldă de consum

Volumul teoretic de apă caldă necesară consumului se determină în funcție de destinația clădiri , de tipul consumatorului de apă caldă de consum și de numărul de utilizatori / unități de folosință.

9.6.4.1. Volumul necesar de apă caldă de consum calculat cu debite specifice [l/om,zi]

Pentru clădiri noi, volumul de apă caldă de consum se determină cu următoarea relație de calcul:

$$V_{ac}=a\frac{N_u}{1000} \quad [m^3] \qquad (9.4)$$

în care:

a - necesarul specific de apă caldă de consum, la 60 °C [m³], pentru unitatea de utilizare/folosință, pe perioada considerată;

N_u - numărul unităților de utilizare / folosință a apei calde de consum (persoană, unitatea de suprafață, pat, porție etc)

Valorile pentru a și N_u depind de:

- tipul și destinația clădirii;
- tipul activității desfășurate în clădire;
- tipul activităților, pe zone ale clădirii, atunci când în clădire există mai multe activități care diferențiază volumele de apă caldă consumate în clădire;
- standardele sau clasa de activitate, ca de exemplu numărul de stele pentru hoteluri sau categoria restaurantelor;
- existența sistemelor de contorizare;
- tipul armăturilor obiectelor sanitare

Valorile lui a sunt prezentate în anexa II.3.A, a metodologiei.

*În anexa II.3.A. sunt date **valori informative ale** necesarurile specifice de apă caldă după standardul european prEN 15316-3-1, Heating systems in*

Tabelul 9.4. Temperatura apei reci

Captare a apei din:	Temperatura apei reci (°C), în lunile anului:												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Medie
Râuri de munte	5	8	9	11	12	13	14	14	13	11	9	7	10,5
Râuri de câmpie sau lacuri	5	8	10	12	15	18	20	18	15	12	10	7	12,5
Puțuri de mică adâncime	7	9	10	11	12	13	13	14	13	12	10	8	11,0
Puțuri de medie adâncime	10	10	11	11	11	12	12	12	12	11	11	10	11,5

buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. Part 3.1: Domestic hot water systems, characterisation of needs (tapping requirements.

În capitolul 2 sunt date necesarurile specifice de apă caldă în funcție de destinația clădirilor stabilite pe baza măsurătorilor din România.

Numărul de persoane *Nu* aferent clădirilor de locuit se determină ca valoare medie, în funcție de indicele mediu de ocupare a suprafeței utile a clădirilor, utilizând următoarea procedură de calcul:

- se determină suprafața utilă A_u [m²] (camere de zi, dormitoare, holuri, bucătărie, baie etc; nu se consideră suprafața balcoanelor și teraselor);
- se apreciază indicele mediu de locuire, i_{Loc}, ca având valori cuprinse în intervalul *0,04 – 0,055* (valoarea corespunde unei suprafețe utile pentru o persoană de *18-25* m², în funcție de tipul clădirii (individuală, înșiruită sau bloc) și de amplasarea acesteia (județ și mediu – urban sau rural);
- se determină numărul mediu normat de persoane aferent clădirii, utilizând următoarea relație de calcul;

$$N_u = A_u \cdot i_{Loc} \quad \text{[persoane/ap]} \qquad (9.5)$$

Gradul de ocupare este foarte diferit de la un tip de clădire la alta de la o scară la alta, depinde de amplasarea din mediul urban sau rural etc.

Pentru ca datele privind performanța energetică a instalațiilor de apă caldă de consum să fie comparabile, este indicat să se adopte un grad de ocupare unitar pentru întreaga țară, respectiv de 0,045 care corespunde unei suprafețe utile de persoană de 12 m².

9.6.4.2. Volumul necesar de apă caldă de consum calculat pentru locuințe unifamiliale

În cazul apartamentelor, se pot utiliza valori medii, statistice, care ilustrează consumul mediu zilnic de apă caldă. Acest calcul poate utiliza indici care țin seama de următoarele:

- de consumul specific de apă caldă de consum, considerând valorile din anexa II.3.B, tabel B.1;
- în funcție de suprafața locuinței unifamiliale, conform metodologiei și valorilor din anexa II.3.C.

*Elementele de calcul prezentate în anexele II.3.B și II.3.C sunt preluate din **prEN 15316-3-1** și au caracter informativ.*

Pierderile de căldură aferente furnizării la consumator a apei calde de consum

Modul de evaluare a termenului, respectiv pierderea de căldură datorată furnizării / utilizării la consumator a apei calde la temperatură diferită de temperatura nominală de calcul [J] se calculează cu relația următoare:

$$Q_{ac,c} = \sum_{i=1}^{n} \rho \cdot c \cdot V_{ac,c} \cdot \left(\theta_{ac,c} - \theta_{ar}\right) \quad \text{[J]} \qquad (9.6)$$

în care:

- $Q_{ac,c}$ - este pierderea de căldură datorată furnizării / utilizării la consumator a apei calde la temperatură diferită de temperatura nominală de calcul [J];
- ρ - densitatea apei calde de consum [kg/m³] (tabel 9.1);
- c - căldura specifică a apei calde de consum [J/kg·K] (tabel 9.1);
- $V_{ac,c}$ - volumul corespunzător pierderilor și risipei de apă caldă de consum pe perioada considerată [m³];
- $\theta_{ac,c}$ - temperatura de furnizare/utilizare a apei calde la punctul de consum [°C];
- θ_{ar} - temperatura apei reci care intră în sistemul de preparare a apei calde de consum [°C];
- $i = 1, n$ - reprezintă indicele de calcul pentru categoriile de consumatori.

Pentru evaluarea termenului $V_{ac,c}$ se ține seama de urmatoarele aspecte:

- starea tehnică a echipamentelor de consum,
- prezența rețelei de recirculare a apei calde de consum.

9.6.5. Volumul de apă caldă de consum corespunzător pierderilor și risipei de apă, calculat cu pierderi specifice de apă caldă de consum

Pierderile de apă se estimează după starea tehnică a armăturilor din imobilul vizat, după cum urmează:

- în cazul armăturilor într-o stare tehnică bună în proporție de 30%, atunci se estimează pierderi de 5 l/om, zi x (n_{ac}/24), unde n_{ac} reprezintă numărul zilnic de ore de livrare a apei calde menajere (valoare medie anuală);
- în cazul armăturilor într-o stare tehnică precară (armături defecte) și în cazul în care se constată că subsolul blocului/scării expertizate este umed, atunci se consideră pierderi de 30 l/om·zi x (n_{ac}/24), unde nac reprezintă numărul zilnic de ore de livrare a apei calde menajere (valoare medie anuală).

Aceste valori corespund unor coeficienți de pierderi și risipă de apă de 10-25% din volumul de apă normat.

9.6.6. Volumul de apă caldă de consum corespunzător pierderilor și risipei de apă, calculat cu coeficienți adimensionali

Pierderile de apă caldă de consum se pot estima și cu ajutorul unor coeficienți de calcul, astfel încât volumul real de apă caldă necesară consumului este determinat de valoarea teoretică a volumului de apă caldă amendată de coeficienți supraunitari, care majorează valoarea teoretică, în funcție de timpul de așteptare pentru furnizarea, la punctele de consum (datorită lipsei sistemelor de recirculare a apei calde și datorită stării tehnice a armăturilor)

$$V_{ac} + V_{ac,c} = V_{ac} \cdot f_1 \cdot f_2 \quad \text{[m}^3\text{]} \qquad (9.7)$$

Se pot adopta următoarelor valori pentru coeficienții *f*:

- f_1 = *1, 30* - pentru obiective alimentate în sistem centralizat, fără recirculare,
- f_1 = *1, 20* - pentru obiective alimentate în sistem local centralizat,
- f_1 = *1, 10* - pentru obiective alimentate în sistem local,
- f_2 = *1, 10* - pentru instalații echipate cu baterii clasice,
- f_2 = *1, 05* - pentru instalații echipate cu baterii monocomandă.

în care:

- f_1 - depinde de tipul instalației la care este racordat punctul de consum
- f_2 - depinde de starea tehnică a armăturilor la care are loc consumul de apă caldă.

9.6.7. Volumul de apă caldă de consum corespunzător pierderilor și risipei de apă, cu valori tabelare

Pierderile de apă caldă de consum se pot estima și cu ajutorul unor valori predefinite, mediate în funcție de temperatura de utilizare, numarul de utilizatori pe zi si volumul de apa estimat la o utilizare. În anexa II.3.D sunt prezentate valori ale energiei pierdute la consumator, în tabelul D.1.

*Elementele de calcul prezentate în anexa II.3.D sunt preluate din **prEN 15316-3-1** și au caracter informativ.*

9.7. Metoda de calcul a necesarului de energie termică aferent sistemelor de distribuție a apei calde de consum

Pierderile totale de energie termică ($Q_{ac,d}$) prin sistemul de distribuție se calculează prin însumarea energiei termice pierdute prin fiecare secțiune.

$$Q_{ac,d} = \sum Q_{ac,d,ind} + Q_{ac,d,com} \qquad (9.8)$$

în care:

- $Q_{ac,d,ind}$ - pierderile de căldură pentru fiecare sistem de distribuție independent, racordat la traseul comun de distribuție (de exemplu conductele de distribuție aferente unui apartament, racor-

date la rețeaua de distribuție a clădirii);

$Q_{ac,d,com}$ - pierderile de căldură pentru traseele comune de distribuție a apei calde de consum.

9.8. Pierderile de căldură pe conductele de distribuție a apei calde de consum

9.8.1. Generalități

Conductele de distribuție a apei calde de consum sunt reprezentate de conductele de transport a apei calde de consum, pornind de la echipamentele de preparare a apei calde (de tip instantaneu sau cu acumulare) și continuând cu traseele până la punctele de consum; conductele de distribuție a apei calde de consum sunt însoțite, în unele cazuri, de rețele de recirculare a apei, în vederea menținerii temperaturii apei calde la valoarea necesară consumului (furnizării).

Conductele de distribuție a apei calde de consum pot alimenta unul sau mai mulți consumatori. Fiecare conductă sau părți ale conductei sunt tratate separat. Pierderile totale de energie se obțin prin însumarea pierderilor pe toate tronsoanele de conducte luate în calcul.

De cele mai multe ori, în primele momente ale furnizării apei calde la consumatori, temperatura apei calde de consum nu are valorile necesare consumului; în general, acest volum de apă este evacuat la canalizare. Energia utilizată pentru încălzirea inițială a acestui volum de apă este considerată pierdută, și determină o întârziere în furnizarea apei calde la punctul de consum, la temperatura dorită de consumator. La aceasta se adaugă pierderile de căldură pe traseul conductelor de distribuție.

Când apa caldă de consum din sistemul de distribuție a atins temperatura dorită, apar pierderi de căldură ale sistemului pe toată perioada de livrare a apei calde. După ce s-a furnizat apa caldă necesară, energia termică rămasă în sistemul de distribuție se pierde în mediul înconjurător. Energia termică rămasă în sistemul de distribuție este dată de conținutul de apă din sistemul de distribuție și de capacitatea termică a materialelor din sistemul de distribuție. Ca ordin de mărime, însă, pierderile de căldură corespunzătoare sistemului de distribuție a apei calde de consum sunt mai mici ca valoare în comparație cu cantitatea de căldură conținută de volumele de apă caldă de consum rămase în sistem între două utilizări până la obținerea temperaturii dorite.

Valorile pierderilor de căldură corespunzătoare conductelor de distribuție pot fi reduse în cazul în care rețeaua de distribuție este astfel concepută încât există un număr mare de consumatori repartizați pe toată lungimea rețelelor, iar cantitățile de apă caldă de consum sunt extrase din rețea la intervale de timp relativ scurte, împiedicându-se astfel stagnarea apei în conducte.

Izolarea conductelor componente ale sistemului de distribuție poate reduce semnificativ pierderile de energie termică ale sistemului. Izolarea conductelor de distribuție nu va anula însă pierderile de căldură aferente volumelor de apă stagnante în conducte și evacuate până la obținerea temperaturii normale de utilizare în cazul absența consumurilor de apă caldă menajeră.

9.8.2. Pierderile de căldură a conductelor de distribuție calculate în funcție de mărimea suprafeței locuibile

Această metodă, bazată pe valoarea suprafeței la care se face raportarea, poate fi utilizată doar în cazul locuințelor unifamiliale în care există un sistem propriu de preparare a apei calde menajere, amplasat într-un spațiu încălzit, interior clădirii. Se presupune, de asemenea, că traseul conductelor către punctele de consum este cel mai scurt posibil, iar alte detalii ale traseului devin nesemnificative în calcul. Relațiile de calcul sunt prezentate în anexa II.3.E.

*Elementele de calcul prezentate în anexele II.3.E sunt preluate din **prEN 15316-3-1** și au caracter informativ.*

Pierderile de căldură aferente conductelor determinate pe baza lungimii conductelor de alimentare cu apă caldă

Se pot defini două metode de calcul a emisiei de căldură, bazate doar pe lungimea traseelor de distribuție a apei calde de consum; prima metodă utilizează formule de calcul, în timp ce a doua utilizează date centralizate în tablele. Aceste metode pot fi utilizate doar în cazul clădirilor de locuit.

9.8.2.1. Metoda de calcul simplificată

Această metodă va lua în considerare atât pierderea de căldură datorată traseelor de distribuție cât și pierderea de căldură aferentă volumului de apă acumulat în conducte. In vederea utilizării acestei metode, sunt necesare date privind atât diametrele tuturor trosoanelor de distribuție cât și lungimile acestora. Această metodă de calcul aproximează și valorile volumelor de apă caldă risipite la punctele de consum, datorită răcirii apei calde de consum. Metoda este descrisă în anexa II.3.F. *Elementele de calcul prezentate în anexele II.3.F sunt preluate din **prEN 15316-3-1** și au caracter informativ.*

9.8.2.2. Metoda cu date intabulate

Această metodă este valabilă doar pentru clădirile de locuit și se bazează pe estimarea proporției între cantitățile de energie termică necesare diferitelor echipamente montate într-o locuință, în funcție de tipul punctului de consum, și lungimea conductelor, și se specifică separat pentru punctele de consum amplasate în bucătării și pentru grupurile sanitare. Valorile necesare calculului sunt prezentate în anexa II.3.G. *Elementele de calcul prezentate în anexele II.3.G sunt preluate din **prEN 15316-3-1** și au caracter informativ.*

9.8.3. Pierderile de căldură pe traseul conductelor de distribuție calculate pe baza tipurilor de armături pentru consumul apei calde

Pierderile de căldură aferente sistemului de distribuție a apei calde de consum pot fi exprimate proporțional cu necesarul de energie termică aferentă furnizării apei calde de consum la punctele de consum. Nu este necesară o cunoaștere detaliată a geometriei sistemului de distribuție, dacă se cunosc date suficiente care să permită o estimare a lungimilor medii ale conductelor; în schimb, sunt necesare date privind poziționarea acestor trasee, prin spații încălzite sau prin spații neîncălzite și lungimile distribuției aferente acestor spații. In plus, este necesară cunoașterea cantității de căldură necesară consumului de apă caldă menajeră la armături, respectiv Q_{ac}. Metoda de calcul este detaliată în anexa II.3-H. *Elementele de calcul prezentate în anexele II.3.F sunt preluate din **prEN 15316-3-1** și au caracter informativ.*

9.8.4. Pierderile de căldură pe traseul conductelor de distribuție calculate utilizând o metodă detaliată de calcul

Pierderea de căldură aferentă unei conducte i de apă caldă de consum $Q_{ac,c,i}$ [kWh/lună] se calculează cu relația:

$$Q_{ac,d,i} = \frac{U_i \cdot L_i \left(\theta_{m,ac,d,i} - \theta_{amb}\right) t_{ac} \cdot z}{1000} \quad \text{[kWh/lună]} \quad (9.9)$$

în care:

U_i - este coeficientul specific de pierderi de căldură pe unitatea de lungime de conductă [W/m K], valorile sunt date în tabelul 9.5;

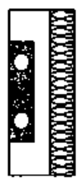
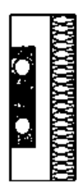
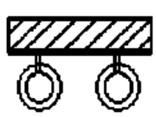
L_i - lungimea conductei i [m];

$\theta_{m,ac,d,i}$ - temperatura medie a apei în conducta respectivă [°C];

θ_{amb} - temperatura aerului ambient din zona de amplasare a conductei [°C];

θ_{ac} - durata de furnizare a apei calde de consum, respectiv intervalul de timp pentru care se face evaluarea

Tabelul 9.5 - Coeficienți specifici de pierdere de căldură pentru sisteme de distribuție a apei calde de consum.

Amplasare conducte		Descriere	Diametrul exterior al conductei neizolate [mm]	Coeficient specific de pierdere de căldură U [W/m·°C]
Sisteme realizate in perioada 1950 - 1979				
Aparente neizolate		Conducte din oțel sau cupru	D < 18 18 < D < 35 35 < D < 64 64 < D	0,6 1,0 2,0 3,0
Îngropate în perete exterior neizolat		Conducte din oțel, cupru sau material plastic		1,4
Îngropate în perete exterior izolat		Conducte din oțel, cupru sau material plastic		1,0
Aparente izolate		Conducte izolate cu vată minerală și manta metalică.		0,4
Sisteme realizate în perioada 1980 – prezent				
Îngropate în perete exterior neizolat		Conducte din oțel, cupru sau material plastic		0,8
Îngropate în perete exterior izolat		Conducte din oțel, cupru sau material plastic		1,0
Conducte izolate *Grosime izolație* $e = 1/2 \cdot e_{standard}$		Conducte amplasate pe pereți și tavan		0,3
Conducte izolate Grosime izolație $e = e_{standard}$		Conducte amplasate în zone neîncălzite		0,2
Conducte izolate Grosime izolație $e = 2 \cdot e_{standard}$		Îmbunătățirea eficienței energetice		0,15

În capitolul 2.9 sunt prezentate date mult mai ample privind coeficienți specifici de pierdere de căldură pentru sisteme de distribuție a apei calde de consum.

[zi/lună];

z - timpul efectiv de furnizare a apei calde [ore/zi].

Pentru întreaga instalație de distribuție, pierderea de căldură totală se va calcula prin însumarea pierderilor de căldură aferente tronsoanelor de calcul componente:

$$Q_{ac,d} = \sum_i Q_{ac,d,i} \quad \text{[kWh/luna]} \tag{9.10}$$

9.9. Pierderile de căldură aferente unei rețele de distribuție a apei calde de consum, în cazul prezenței rețelei de recirculare a apei calde de consum

Un sistem de distribuție a apei calde de consum cu recirculare se definește printr-un circuit în care recircularea se realizează în mod continuu sau automat, în funcție de valoarea temperaturii apei calde de consum în conductele de distribuție, astfel încât temperatura la consumator să nu scadă sub o valoare prestabilită. Recircularea apei în sistemul astfel închis se realizează cu ajutorul unei pompe. Din circuitul astfel format, se alimentează, prin intermediul unor tronsoane independente, consumatorii de apă caldă de consum. În anumite situații, sistemul de recirculare se poate extinde până la punctele de consum / receptori.

9.9.1. Determinarea pierderilor de căldură pe conductele de recirculare a apei calde de consum utilizând lungimea tronsoanelor

Pierderile de căldură pentru rețelele de recirculare pot fi evaluate în funcție de diametrul conductelor și de materialul din care sunt realizate acestea, cu ajutorul datelor precalculate, oferite tabelar sau grafic. Pentru calcule orientative/informative, se poate aproxima o pierdere de căldură pe conductele de recirculare de 40 W/m.

9.9.2. Determinarea pierderilor de căldură pe o conductă de recirculare a apei calde de consum în perioada de nefuncționare a pompei

Dacă sistemul de recirculare a apei calde de consum nu funcționează continuu, atunci se vor înregistra pierderi de căldură suplimentare de la traseele de distribuție și circulație către mediul exterior, în perioadele de nefuncționare a pompelor.

Pierderile de căldură corespunzătoare se pot aprecia cu următoarea relație de calcul:

$$Q_{ac,d,fara_c} = c_{ac} \cdot V_{ac} \left(\theta_{m,ac,d} - \theta_{amb}\right) N_n \quad \text{[W/lună]} \tag{9.11}$$

în care:

V_{ac} - este volumul de apă caldă de consum conținut în conductele de distribuție și circulație [m³];

N_n - perioada de nefuncționare a instalației de recirculare a apei calde.

Aceste pierderi de căldură suplimentare, aferente perioadei de nefuncționare a sistemului de circulație se adaugă pierderilor de căldură totale pe distribuție.

9.10. Pierderile de căldură aferente echipamentelor montate la punctele de consum

Alimentarea consumatorilor cu apă caldă de consum se realizează prin intermediul armăturilor (robinete, baterii, paneluri de ajutaje pentru duș etc). În funcție de construcția acestor și de materialul din care sunt realizate, aceste echipamente vor disipa, în timpul furnizării apei calde la consumator, la rândul lor, o parte din căldura conținută de apa caldă de consum, determinând o întârziere în furnizarea, la punctul de consum, a apei calde la temperatura minimă necesară. Efectul imediat îl reprezintă mărirea pierderilor de căldură în sistemul de alimentare cu apă caldă.

Având în vederea ponderea redusă a acestor pierderi de căldură, acestea pot fi apreciate în calcul împreună cu cele corespunzătoare rețelelor de distribuție, și nu sunt necesare calcule suplimentare.

9.11. Pierderile auxiliare de energie aferente sistemelor de distribuție a apei calde de consum

Pierderile auxiliare de energie corespunzătoare sistemelor de distribuție a apei calde de consum sunt reprezentate de consumurile de energie electrică a sistemelor cu cordoane electrice încălzitoare a traseelor sau de consumurile electrice ale pompelor. Pompele sunt necesare fie pentru acoperirea pierderilor de sarcină în sistemele de recirculare a apei calde, fie pentru ridicarea presiunii apei din sistemele de distribuție a apei calde de consum, respectiv pompele din instalațiile de ridicare a presiunii cuplate cu recipiente de hidrofor, în vederea asigurării presiunii necesare apei la punctele de consum. Pompele se pot regăsi fie la intrarea în sistemul de distribuție a apei, crescând presiunea apei livrate la consumatori, fie într-un singur punct (spre exemplu zona aferentă dușului sau băilor matrimoniale cu duze de masaj).

9.12. Pierderi auxiliare de energie necesară pentru încălzirea electrică a traseelor

Atunci când se utilizează cordoane electrice încălzitoare în vederea reducerii pierderilor de căldură de-a lungul traseelor de distribuție a apei calde, consumul de energie este echivalent pierderilor de căldură corespunzătoare situației în care aceste sisteme electrice nu ar fi instalate. Cordonul încalzitor nu este utilizat în vederea producerii de apă caldă de consum. În consecință, aceste pierderi de energie nu vor fi adăugate termenilor care dau, în final, cantitatea de căldură necesară preparării apei calde, ci vor reprezenta consumuri auxiliare de energie ale sistemului, fiind de natură electrică.

Energia necesară poate fi calculată cu formula:

$$Q_{ac,d,i} = U_{ac,d} \cdot L_{i,ce} \left(\theta_{m,ac,d,i} - \theta_{amb}\right) t_{ac} \quad \text{[Wh]} \tag{9.12}$$

în care:

$U_{ac,d}$ - coeficientul specific de pierderi de căldură pe unitatea de lungime de conductă [W/m·K];

$L_{i,ce}$ - este lungimea cordonului încălzitor [m];

$\theta_{m,ac,d,i}$ – temperatura medie în secțiunea țevii [°C];

θ_{amb} – temperatura aerului ambient din zona de amplasare a conductei [°C];

t_{ac} - durata de alimentare cu apă caldă de consum [zi/lună].

Se presupune ca perioada de funcționare a cordonului electric incălzitor coincide cu perioada de furnizare a apei calde de consum, în cazul în care această furnizare nu este continuă.

9.13. Energia auxiliară necesară funcționării pompelor

9.13.1. Metodă simplificată de calcul a energiei electrice necesară pompelor

Consumul de energie electrică al pompelor poate fi determinat cu relația:

$$W_{ac,d,pompa} = n_0 \cdot P_{pompa} \tag{9.13}$$

în care:

$W_{ac,d,pompa}$ - este energia electrică necesară acționării pompei [kWora/an];

n_0 - numărul de ore de funcționare / an [ore/an];

P_{pompa} - puterea pompei [kW].

9.13.2. Metodă detaliată de calcul a energiei electrice necesară pompelor

În cazul în care se cunoaște configurația geometrică a sistemului de distribuție a apei calde menajere, atunci se poate utiliza o metodă complexă de calcul pentru determinarea energiei electrice necesare funcționării pompelor. Acest necesar de energie electrică poate fi calculat pornind de la energia hidraulică necesară în sistem și randamentul pompei.

Relația de calcul pentru a determina energia electrică aferentă pompei de circulație este următoarea:

$$W_{ac,d,pompa} = W_{ac,d,hidr} \cdot e_{ac,hidr} \text{ [kWh]} \quad (9.14)$$

în care:

$W_{ac,d,pompa}$ - este energia electrică necesară acționării pompei [kWh/lună];

$W_{ac,d,hidr}$ - energia hidraulică necesară în sistem [kWh/lună];

$e_{ac,hidr}$ - (coeficientul de performanță) randamentul pompei.

Detalii sunt oferite în Anexa 9 B.

9.14. Pierderi de căldură recuperabile, recuperate și nerecuperabile

Pierderile de căldură ale instalației de alimentare cu apă caldă de consum nu sunt în întregime pierdute, raportându-le la sistemul clădirii. O parte dintre ele poate fi recuperată și utilizată, spre exemplu, pentru încăzirea spațiului. Putem considera că anumite pierderi sunt recuperabile doar în anumite perioade ale anului, atunci când necesarul de încălzire a spațiilor este important. În unele cazuri însă, pierderile de căldură recuperabile pot deveni sarcină suplimentară în calculul sistemelor de răcire a clădirilor.

Dacă anumite pierderi pot fi recuperate sau nu, se stabilește în funcție de amplasarea conductelor de transport a apei calde de consum față de clădire. Pierderile de căldură provenind de la sistemul de distribuție a apei calde devin recuperabile dacă acestea sunt amplasate în spațiul încălzit al clădirii.

9.15. Metoda de calcul a necesarului de energie termică aferent echipamentelor de preparare și acumulare a apei calde de consum

Metodele de calcul ale consumurilor de energie din sistemul de preparare a apei calde de consum se referă la evaluarea următorilor termeni:

- pierderile de căldură aferente echipamentelor de preparare a apei calde de consum (boilere, schimbătoare de căldură, rezervoare de acumulare fără serpentină, aparate de preparare instantanee a apei calde etc);
- pierderile de căldură aferente conductelor de distribuție a agentului termic primar.

Prepararea apei calde de consum poate să fie realizată fie cu ajutorul unui echipament cu preparare instantanee (schimbător de căldură, aparate electrice instantanee etc) fie cu ajutorul unui echipament cu acumulare (boiler). Sursa de energie pentru prepararea apei calde de consum poate fi asigurată fie de către un agent termic primar, produs de o centrala termică aferentă clădirii/apartamentului în care are loc consumul de apă, fie de către un arzător de gaze naturale combustibile (în cazul boilerelor cu arzător), ori de către un echipament electric.

În cazul utilizării echipamentelor de preparare a apei calde de consum cu acumulare, pierderile de căldură prin suprafața exterioară a acestor echipamente devine importantă, având drept efect atât o scădere a eficienței globale a instalației de alimentare cu apă caldă de consum, cât și o reducere a performanței energetice a clădirii.

9.15.1. Pierderile de căldură prin mantaua acumulatorului de apă caldă de consum

Pierderile de căldură ale unui recipient de preparare și acumulare a apei calde menajere sunt reprezentate de pierderile de energie prin mantaua recipientului. Aceste pierderi pot fi cuantificate pe perioada unui an.

Cantitatea anuală de căldură disipată prin mantaua boilerului amplasat în subsolul unei clădiri existente (într-un spațiu rece) se determină cu relația:

$$Q_{ac,s} = \frac{0{,}001 \cdot A_{Lat}}{0{,}01 + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} n_h \cdot \left(\theta_{acb} - \theta_{amb}\right)$$

[kWh/an] (9.15)

în care:

A_{Lat} - este suprafața laterală a acumulatorului [m^2];

δ_m - grosimea peretelui acumulatorului (metal) [m];

λ_m - conductivitatea termică a peretelui [W/m·K];

δ_{iz} - grosimea medie a izolației [m];

λ_{iz} - conductivitatea termică a izolației, în funcție de starea acesteia [W/m·K];

n_{h_k} - numărul mediu de ore de livrare a apei corespunzătoare pentru fiecare lună k din sezonul de încăzire [h/lună].

θ_{acb} - temperatura medie a apei în acumulatorul de apă caldă de consum, determinată cu relația:

$$\theta_{acb} = 0{,}70 \cdot \theta_{ac0} \quad [°C] \quad (9.16)$$

unde:

θ_{ac0} - reprezintă temperatura de preparare a apei calde de consum, în secțiunea de ieșire din echipamentul de stocare;

se consideră $\theta_{ac0} = 55\text{-}60$ °C.

9.15.2. Pierderile de căldură aferente generatoarelor de preparare a apei calde de consum

Necesarul de apă caldă de consum este asigurat cu ajutorul unei surse de căldură, prin intermediul unui echipament generator de căldură. Acesta poate fi un cazan alimentat de un combustibil (solid, lichid, gazos), un echipament folosind energia electrică sau, ca variantă suplimentară, utilizând energia provenind de la o sursă neconvențională de energie (energie solară, de exemplu).

9.15.3. Pierderile aferente sistemelor de preparare a apei calde de consum pentru alte tipuri de clădiri

În cazul clădirilor cu mai multe instalații de preparare a apei calde de consum, performanța energetică corespunzătoare se calculează ținând seama de toate tipurile de instalații de preparare a apei calde existente în clădire (exemplu: cazul clădirilor de locuit cu apartamente cu preparare individuală de apă caldă; clădiri cu mai multe funcțiuni: de ex. apartamente + magazine la parter, magazine + birouri etc).

9.16. Proporțiile de calcul ale căldurii necesare preparării apei calde menajere în sistemele combinate

Dacă apa caldă de consum este preparată de mai multe echipamente, racordate fiecare la un alt tip de energie, atunci trebuie evaluată ponderea, în preparare, a fiecărui sistem. Contribuția fiecărui sistem pleacă de la premiza că apa caldă de consum poate fi furnizată de maxim trei tipuri de echipamente interconectate între ele; de exemplu, preincălzirea apei calde de consum poate fi realizată cu ajutorul energiei solare, cea de a doua treaptă de preparare este asigurată de un alt tip de echipament și în final, un al treilea echipament de preparare a apei calde în perioada vârfurilor de consum. Suma acestor ponderi nu trebuie să depășească valoarea 1.

9.16.1. Instalații cu generatoare multiple

Dacă într-o instalație se utilizează mai multe echipamente pentru generarea cantității de căldură aferente necesarului pentru apa caldă de consum, se calculează contribuția proporțională a fiecărui echipament, $\alpha_{Tac,g}$; în final, energia termică necesară totală se calculează cu formula:

$$Q = \sum_{1}^{i} \alpha_{Tac,g,i} \cdot Q_i \qquad (9.17)$$

9.16.1.1. Pierderile de energie termică pentru generatoare alternative

În cazul în care o parte sau întreaga cantitate de apă caldă de consum este produsă de un generatorul de căldură funcționând cu alt combustibil decât gaz natural combustibil, eficiența generatorului de căldură se calculează similar eficienței pentru sistemele de încălzire.

Anexa 9 A (informativ)

Calculul pierderilor de căldură aferente conductelor de distribuție a apei calde de consum, în funcție de lungimea conductelor

Metoda simplificată

Acest tip de calcul ia în considerare energia pierdută pe traseele de distribuție a apei calde de consum cât și de la volumul de apă caldă transportat de aceste conducte.

Pentru aplicarea acestei metode, sunt necesare date privind lungimea și diametrele tronsoanelor componente ale rețelei de distribuție.

Pierderile de căldură pentru fiecare tronson de conductă i se calculează cu formula:

$$Q_{ac,d,i} = \left(\rho_{ac} \cdot c_{ac} \cdot V_{a,i} + c_M \cdot M_{M,i}\right) \cdot \left(\theta_{ac,nom,i} - \theta_{amb,i}\right) n_i \cdot 365 \quad \text{[J/an]}$$

în care:

- ρ_{ac} - este masa specifică (densitatea) a apei [kg/m³];
- c_{ac} - caldura specifică a apei [J/kg·K];
- $V_{a,i}$ - volumul de apă conținut de tronsonul i de conducta de distribuție a apei calde [m³];
- c_M - căldura specifică a materialului din care este realizată conducta de distribuție *i* [J/kg·K];
- $M_{M,i}$ - masa efectivă a tronsonului de conducta *i* al rețelei de distribuție [kg];
- $\theta_{ac,nom,i}$ - temperatura nominală a apei calde de consum, în tronsonul de distribuție *i* [°C]
- $\theta_{amb,i}$ - temperatura ambiantă în care este amplasată conducta *i* de distribuție [°C];
- n_i - numărul de intervale de răcire sub temperatura de utilizare a apei calde de consum (40°C).

Nu sunt incluse în acest calcul pierderile de căldură aferente risipei de apă din intervalul de timp necesar furnizării la punctul de consum a apei la temperatura de utilizare.

În cazul în care se evaluează și pierderile de căldură absorbite de armăturile montate la punctele de consum, atunci acest termen suplimentar se adaugă la $Q_{ac,d,i}$.

Anexa 9 B

Calculul consumului de energie electrică necesară pompelor de circulație

Evaluarea consumului de energie electrică necesară pompelor de circulație se poate realiza cu ajutorul relației de calcul:

$$W_{ac,d,pomp} = W_{ac,d,hidr} \cdot e_{ac,d} \quad \text{[kWh/luna]}$$

în care:

- $W_{ac,d,pomp}$ - este energia electrica necesară pompei [kWh/luna];
- $W_{ac,d,hidr}$ - energia hidraulică necesară pompei [kWh/luna];
- $e_{ac,d}$ - coeficient de performanță al pompei de circulație.

Energia hidraulică necesară instalației depinde de rezistența hidraulică aferentă sistemului și de timpul de funcționare al pompei:

$$W_{ac,d,hidr} = P_{hidr} \cdot t_{ac} \cdot z \quad \text{[kWh/luna]}$$

în care:

- P_{hidr} - este puterea hidraulică a pompei [kW];
- t_{ac} - durata de furnizare a apei calde de consum [zi/luna];
- z - durata de funcționare a pompei [h/zi].

Puterea hidraulică necesară pompei de circulație pentru a acoperi necesarul hidrodinamic din sistem se estimează cu relația:

$$P_{hidr} = 0,2778 \cdot \Delta p \cdot \dot{V} \quad \text{[kWh/luna]}$$

în care:

- $\dot{V}$ - este debitul volumetric de apă caldă de consum din sistem [m³/h];
- Δp - înălțimea de pompare a pompei [kPa];

Debitul volumetric depinde de sarcina termică furnizată de echipamentul de preparare a apei calde de consum, $\dot{Q}_D$, de temperatura apei calde de consum la ieșirea din echipament cât și de diferența maximă de temperatură aferentă acestuia, $\Delta\vartheta_Z$.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_D}{1,15 \cdot \Delta\vartheta_Z} \quad \text{[m}^3\text{/h]}$$

Termenul Δp, respectiv înălțimea de pompare a pompei, depinde de configurația geometrică a rețelei, respectiv lungimea tronsoanelor și numărul și tipul de piese de legătură, care dau mărimea pierderilor de sarcină liniare și locale în inelul distribuție-circulație a apei calde de consum, și se aproximează cu relația de calcul:

$$\Delta p = 0,10 L_{max} + \sum \Delta p_{RV,TH} + \Delta p_{App} \quad \text{[kPa]}$$

în care:

- L_{max} - lungimea traseului de distribuție-

Tabel 9 B - Valori pentru constanta			
Pompa cu automatizare	Pompa fără automatizare	$\Delta p_{constant\ t}$	$\Delta p_{variabil}$
C_p	0,97	0,66	0,52

recirculare [m];

$\Delta p_{RV,TH}$ - pierderea de presiune în fitinguri (piese de legătură, echipamente montate pe traseu: clapete de sens, robinete termostatate) [kPa];

Δp_{App} - pierderea de presiune în echipamentul de preparare a apei calde de consum [kPa].

Lungimea maximă a conductelor din instalația de distribuție și de circulație a apei calde de consum aferentă unei clădiri rectangulare poate fi apreciată cu valoarea distanței între colțul cel mai de jos al clădirii și colțul opus, cel mai de sus.

$$L_{max} = L_{V,max} + L_{S,max}\ [m]$$

în care:

$L_{V,max}$ - este suma între lungimea și lățimea clădirii [m];

$L_{S,max}$ - înălțimea totală a clădirii [m].

Coeficientul de performanță al pompelor de circulație poate fi determinat cu relația:

$$e_{d,e} = f_e \cdot C_p \cdot \beta_D^{-0,94} \tag{9.18}$$

în care:

f_e - factor ce exprimă eficiență;

C_p - constantă conform tabelului 9 B;

β_D - factor de încărcare.

Factorul de eficiență se determină cu relația de calcul:

$$f_e = \frac{1,50 \cdot b}{0,015 \cdot P_{hidr}^{0,74} \cdot 0,04}$$ - dacă nu se cunoaște tipul pompei.

în care:

$b = 1$ - pentru clădiri noi,

$b = 2$ - pentru clădiri existente.

Dacă se cunoaște tipul pompei, atunci factorul de eficiență al pompei se calculează cu relația:

$$f_e = \frac{P_{pompa}}{P_{hidr}}$$

în care:

P_{pompa} - reprezintă puterea pompei [kW]

Pentru calculul lui C_p se utilizează valorile din tabelul 9 B.

Factorul de încărcare β_D al pompei se determină făcând raportul între debitul de apă recirculat în condiții nominale și debitul maxim de recirculare a apei. În cazul în care pompa nu are sisteme de automatizare în funcție de nivelul debitului de apă recirculat, atunci se consideră $\beta_D = 1$.

Dacă există date privind consumurile de energie electrică ale pompei, atunci acestea pot fi direct utilizate.

Funcționarea intermitentă a pompei

Daca nu este necesară o furnizare continuă a apei calde de consum (24 h/zi), atunci se pot considera ca ipoteze de calcul, două situații de funcționare, una pe durata zilei și cealaltă pe durata nopții. In consecință, energiile electrice consumate pot fi evaluate cu următoarea relație de calcul:

$$W_{ac,d,pomp} = W_{ac,d,hidr} \cdot e_{ac,d}\left(\alpha_{zi} + 0,60\alpha_{noapte}\right) \quad [kWh/luna]$$

în care:

$\alpha_{noapte} = 1 - \alpha_{zi}$, [kWh/luna]

iar α_{zi} și α_{noapte} reprezintă ponderile în funcționarea intermitentă a pompei. Se presupune că perioada semnificativă de funcționare apare pe durata zilei. Timpul rămas este considerat „timp de noapte", în care încărcarea pompei este minimă.

Notă:

Pentru auditul energetic și certificatul energetic al instalațiilor de apă caldă de consum, vezi cap. 7 din volumul de Încălzire.

I. Instalații sanitare

Anexe

Anexa I

Tabelul 1. Debitul de calcul pentru apă rece la construcțiile de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalenților de debit pentru : $\dot{V}_{sa} = 0{,}74$ l/s·ap.; $n_{oz} = 19$ ore/zi și $y = 2{,}326$ corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]												E	$\dot{V}_c$ [l/s]
	280 l/zi.pers.						200 l/zi.pers.							
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.							
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,2	4,0	4,5		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,175	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,85	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	1,3	0,17
0,30	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	1,5	0,19
0,40	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	2,0	0,22
0,50	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,23	2,5	0,25
0,60	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,16	0,18	0,20	0,21	0,24	0,25	3,0	0,27
0,80	0,23	0,26	0,28	0,30	0,33	0,35	0,19	0,21	0,24	0,24	0,27	0,29	4,0	0,32
1,0	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,21	0,24	0,27	0,27	0,31	0,33	5,0	0,36
1,2	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,24	0,27	0,29	0,30	0,34	0,36	6,0	0,39
1,5	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,27	0,30	0,33	0,34	0,38	0,41	7,5	0,44
1,7	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,28	0,32	0,35	0,36	0,41	0,43	8,5	0,47
2,0	0,37	0,41	0,46	0,50	0,53	0,57	0,31	0,35	0,38	0,40	0,45	0,47	10,0	0,51
2,5	0,41	0,47	0,52	0,56	0,60	0,64	0,35	0,39	0,43	0,45	0,50	0,53	12,5	0,58
3,0	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71	0,38	0,43	0,47	0,49	0,55	0,59	15,0	0,64
3,5	0,50	0,56	0,62	0,67	0,72	0,77	0,41	0,47	0,52	0,53	0,60	0,64	17,5	0,70
4	0,53	0,60	0,67	0,72	0,78	0,83	0,45	0,50	0,55	0,57	0,65	0,69	20	0,75
5	0,60	0,68	0,75	0,82	0,88	0,95	0,50	0,57	0,63	0,65	0,73	0,78	25	0,85
6	0,67	0,75	0,83	0,91	0,98	1,05	0,55	0,63	0,69	0,72	0,81	0,87	30	0,94
7	0,72	0,82	0,91	0,99	1,07	1,15	0,60	0,68	0,75	0,78	0,88	0,95	35	1,03
8	0,78	0,88	0,98	1,07	1,16	1,24	0,65	0,73	0,81	0,84	0,95	1,02	40	1,11
9	0,83	0,95	1,05	1,15	1,24	1,33	0,69	0,78	0,87	0,90	1,02	1,09	45	1,19
10	0,88	1,00	1,11	1,22	1,32	1,41	0,73	0,83	0,92	0,95	1,08	1,16	50	1,26
12	0,98	1,11	1,24	1,35	1,46	1,57	0,81	0,92	1,02	1,06	1,20	1,29	60	1,40
14	1,07	1,22	1,35	1,48	1,60	1,72	0,88	1,00	1,11	1,16	1,32	1,41	70	1,53
16	1,16	1,32	1,46	1,60	1,74	1,87	0,95	1,08	1,20	1,25	1,42	1,53	80	1,66
18	1,24	1,41	1,57	1,72	1,87	2,01	1,02	1,16	1,29	1,34	1,53	1,64	90	1,78
20	1,32	1,50	1,67	1,83	1,99	2,14	1,08	1,23	1,37	1,42	1,62	1,74	100	1,90
25	1,50	1,71	1,91	2,10	2,28	2,46	1,23	1,40	1,56	1,62	1,86	2,00	125	2,18
30	1,67	1,91	2,14	2,35	2,56	2,76	1,37	1,56	1,74	1,81	2,08	2,23	150	2,44
35	1,83	2,10	2,35	2,59	2,82	3,04	1,50	1,71	1,91	1,99	2,28	2,46	175	2,68
40	1,99	2,28	2,56	2,82	3,07	3,32	1,62	1,86	2,08	2,16	2,48	2,67	200	2,92
45	2,14	2,46	2,76	3,04	3,32	3,58	1,74	2,00	2,23	2,32	2,67	2,88	225	3,15
50	2,28	2,63	2,95	3,26	3,55	3,84	1,86	2,13	2,38	2,48	2,86	3,08	250	3,37
55	2,42	2,79	3,13	3,47	3,78	4,09	1,97	2,26	2,53	2,64	3,04	3,28	275	3,59
60	2,56	2,95	3,32	3,67	4,01	4,34	2,08	2,38	2,67	2,78	3,21	3,47	300	3,80
65	2,69	3,10	3,49	3,87	4,23	4,58	2,18	2,51	2,81	2,93	3,38	3,66	325	4,00
70	2,82	3,26	3,67	4,06	4,44	4,81	2,28	2,63	2,95	3,07	3,55	3,84	350	4,21
75	2,95	3,41	3,84	4,26	4,66	5,05	2,38	2,74	3,08	3,21	3,72	4,02	375	4,40
80	3,07	3,55	4,01	4,44	4,86	5,27	2,48	2,86	3,21	3,35	3,88	4,20	400	4,60
85	3,20	3,70	4,17	4,63	5,07	5,50	2,58	2,97	3,34	3,49	4,04	4,37	425	4,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 1 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	3,32	3,84	4,34	4,81	5,27	5,72	2,67	3,08	3,47	3,62	4,20	4,54	450	4,98
95	3,44	3,98	4,50	4,99	5,47	5,94	2,77	3,19	3,59	3,75	4,35	4,71	475	5,17
100	3,55	4,12	4,66	5,17	5,67	6,16	2,86	3,30	3,72	3,88	4,50	4,88	500	5,35
110	3,78	4,39	4,97	5,52	6,06	6,59	3,04	3,51	3,96	4,13	4,81	5,21	550	5,72
120	4,01	4,66	5,27	5,87	6,45	7,01	3,21	3,72	4,20	4,38	5,10	5,53	600	6,07
130	4,23	4,92	5,57	6,21	6,82	7,42	3,38	3,92	4,43	4,63	5,39	5,85	650	6,42
140	4,44	5,17	5,87	6,54	7,19	7,83	3,55	4,12	4,66	4,86	5,67	6,16	700	6,77
150	4,66	5,42	6,16	6,87	7,56	8,23	3,72	4,31	4,88	5,10	5,95	6,47	750	7,11
160	4,86	5,67	6,45	7,19	7,92	8,62	3,88	4,50	5,10	5,33	6,23	6,77	800	7,44
170	5,07	5,92	6,73	7,51	8,27	9,02	4,04	4,69	5,32	5,56	6,50	7,07	850	7,77
180	5,27	6,16	7,01	7,83	8,62	9,40	4,20	4,88	5,53	5,79	6,77	7,36	900	8,10
190	5,47	6,40	7,28	8,14	8,97	9,79	4,35	5,06	5,74	6,01	7,03	7,65	950	8,42
200	5,67	6,63	7,56	8,45	9,32	10,17	4,50	5,25	5,95	6,23	7,30	7,94	1000	8,74
220	6,06	7,10	8,10	9,06	10,00	10,92	4,81	5,60	6,36	6,66	7,81	8,51	1100	9,37
240	6,45	7,56	8,62	9,66	10,67	11,66	5,10	5,95	6,77	7,09	8,32	9,07	1200	10,00
260	6,82	8,01	9,15	10,25	11,33	12,39	5,39	6,30	7,17	7,50	8,82	9,62	1300	10,61
280	7,19	8,45	9,66	10,84	11,99	13,11	5,67	6,63	7,56	7,92	9,32	10,17	1400	11,21
300	7,56	8,89	10,17	11,41	12,63	13,82	5,95	6,97	7,94	8,32	9,81	10,71	1500	11,81
320	7,92	9,32	10,67	11,99	13,27	14,53	6,23	7,30	8,32	8,72	10,29	11,24	1600	12,40
340	8,27	9,75	11,17	12,55	13,9	15,23	6,50	7,62	8,70	9,12	10,77	11,76	1700	12,98
360	8,62	10,17	11,66	13,11	14,53	15,92	6,77	7,94	9,07	9,51	11,24	12,29	1800	13,56
380	8,97	10,59	12,15	13,67	15,15	16,61	7,03	8,26	9,44	9,90	11,71	12,80	1900	14,14
400	9,32	11,00	12,63	14,22	15,77	17,30	7,30	8,57	9,81	10,29	12,17	13,32	2000	14,71
425	9,75	11,52	13,23	14,90	16,54	18,15	7,62	8,96	10,26	10,77	12,75	13,95	2125	15,41
450	10,17	12,03	13,82	15,58	17,3	18,99	7,94	9,35	10,71	11,24	13,32	14,58	2250	16,12
475	10,59	12,53	14,41	16,25	18,05	19,82	8,26	9,73	11,15	11,71	13,88	15,21	2375	16,81
500	11,00	13,03	15,00	16,92	18,8	20,65	8,57	10,11	11,59	12,17	14,44	15,83	2500	17,50
525	11,41	13,53	15,58	17,58	19,54	21,48	8,89	10,48	12,03	12,63	15,00	16,44	2625	18,19
550	11,82	14,02	16,15	18,24	20,28	22,30	9,20	10,85	12,46	13,09	15,55	17,05	2750	18,87
575	12,23	14,51	16,73	18,89	21,02	23,11	9,50	11,22	12,89	13,54	16,10	17,66	2875	19,54
600	12,63	15,00	17,30	19,54	21,75	23,93	9,81	11,59	13,32	13,99	16,65	18,27	3000	20,22
650	13,43	15,96	18,43	20,84	23,20	25,54	10,41	12,31	14,16	14,89	17,73	19,47	3250	21,55
700	14,22	16,92	19,54	22,12	24,64	27,13	11,00	13,03	15,00	15,77	18,80	20,65	3500	22,87
750	15,00	17,86	20,65	23,38	26,07	28,72	11,59	13,74	15,83	16,65	19,86	21,83	3750	24,19
800	15,77	18,80	21,75	24,64	27,49	30,29	12,17	14,44	16,65	17,51	20,92	23,00	4000	25,49
850	16,54	19,73	22,84	25,89	28,90	31,86	12,75	15,14	17,46	18,37	21,96	24,16	4250	26,78
900	17,30	20,65	23,93	27,13	30,29	33,41	13,32	15,83	18,27	19,23	23,00	25,31	4500	28,06
950	18,05	21,57	25,00	28,37	31,69	34,96	13,88	16,51	19,07	20,07	24,03	26,45	4750	29,34
1000	18,80	22,48	26,07	29,60	33,07	36,50	14,44	17,19	19,86	20,92	25,05	27,59	5000	30,61
1100	20,28	24,28	28,19	32,03	35,82	39,55	15,55	18,53	21,44	22,58	27,08	29,85	5500	33,12
1200	21,75	26,07	30,29	34,45	38,54	42,58	16,65	19,86	23,00	24,23	29,10	32,08	6000	35,62
1300	23,2	27,84	32,38	36,84	41,24	45,59	17,73	21,18	24,54	25,87	31,09	34,30	6500	38,09
1400	24,64	29,60	34,45	39,22	43,92	48,58	18,80	22,48	26,07	27,49	33,07	36,50	7000	40,55
1500	26,07	31,34	36,50	41,58	46,59	51,55	19,86	23,77	27,59	29,10	35,03	38,68	7500	42,99
1600	27,49	33,07	38,54	43,92	49,24	54,51	20,92	25,05	29,10	30,69	36,99	40,86	8000	45,42
1700	28,90	34,79	40,57	46,26	51,88	57,45	21,96	26,32	30,59	32,28	38,93	43,02	8500	47,83
1800	30,29	36,50	42,58	48,58	54,51	60,38	23,00	27,59	32,08	33,86	40,86	45,16	9000	50,23
1900	31,69	38,20	44,59	50,89	57,12	63,29	24,03	28,85	33,56	35,42	42,78	47,30	9500	52,62
2000	33,07	39,89	46,59	53,20	59,73	66,20	25,05	30,10	35,03	36,99	44,69	49,43	10000	55,00
2500	39,89	48,25	56,47	64,59	72,62	80,58	30,10	36,25	42,30	44,69	54,13	59,96	12500	66,77
3000	46,59	56,47	66,20	75,81	85,33	94,78	35,03	42,3	49,43	52,26	63,43	70,33	15000	78,37
3500	53,20	64,59	75,81	86,91	97,92	108,84	39,89	48,25	56,47	59,73	72,62	80,58	17500	89,84
4000	59,73	72,62	85,33	97,92	110,39	122,78	44,69	54,13	63,43	67,12	81,72	90,74	20000	101,21
5000	72,62	88,49	104,17	119,69	135,10	150,42	54,13	65,74	77,18	81,72	99,70	110,84	25000	123,72

Anexa I

Tabelul 2. Debitul de calcul pentru apă rece la construcțiile de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, de numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalențiilorde debit pentru : $\dot{V}_{sa}$ = 0,84 l/s·ap.; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s] 280 l/zi.pers. N_a pers/ap.						200 l/zi.pers. N_a pers/ap.						E	$\dot{V}_c$ [l/s]
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,2	4,0	4,5		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,175	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,85	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,3	0,17
0,30	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	1,5	0,19
0,40	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	2,0	0,22
0,50	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	2,5	0,25
0,60	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	3,0	0,27
0,80	0,21	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,18	0,20	0,22	0,23	0,26	0,27	4,0	0,32
1,0	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37	0,20	0,23	0,25	0,26	0,29	0,31	5,0	0,36
1,2	0,26	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,22	0,25	0,27	0,28	0,32	0,34	6,0	0,39
1,5	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,45	0,25	0,28	0,31	0,32	0,36	0,38	7,5	0,44
1,7	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,26	0,30	0,33	0,34	0,38	0,41	8,5	0,47
2,0	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,29	0,32	0,36	0,37	0,42	0,44	10,0	0,51
2,5	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,32	0,36	0,40	0,42	0,47	0,50	12,5	0,58
3,0	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66	0,36	0,40	0,44	0,46	0,52	0,55	15,0	0,64
3,5	0,46	0,52	0,58	0,63	0,68	0,72	0,39	0,44	0,48	0,50	0,56	0,60	17,5	0,70
4	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,42	0,47	0,52	0,54	0,60	0,64	20	0,75
5	0,56	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88	0,47	0,53	0,58	0,60	0,68	0,73	25	0,85
6	0,62	0,70	0,78	0,85	0,91	0,98	0,52	0,58	0,64	0,67	0,76	0,81	30	0,94
7	0,68	0,76	0,85	0,92	1,00	1,06	0,56	0,64	0,70	0,73	0,82	0,88	35	1,03
8	0,73	0,82	0,91	1,00	1,07	1,15	0,60	0,68	0,76	0,78	0,89	0,95	40	1,11
9	0,78	0,88	0,98	1,06	1,15	1,23	0,64	0,73	0,81	0,84	0,95	1,01	45	1,19
10	0,82	0,93	1,04	1,13	1,22	1,31	0,68	0,77	0,86	0,89	1,01	1,08	50	1,26
12	0,91	1,04	1,15	1,26	1,36	1,46	0,76	0,86	0,95	0,98	1,12	1,20	60	1,40
14	1,00	1,13	1,26	1,38	1,49	1,60	0,82	0,93	1,04	1,07	1,22	1,31	70	1,53
16	1,07	1,22	1,36	1,49	1,61	1,73	0,89	1,01	1,12	1,16	1,32	1,42	80	1,66
18	1,15	1,31	1,46	1,60	1,73	1,86	0,95	1,08	1,20	1,24	1,42	1,52	90	1,78
20	1,22	1,39	1,55	1,70	1,84	1,98	1,01	1,14	1,27	1,32	1,51	1,62	100	1,90
25	1,39	1,59	1,77	1,95	2,11	2,27	1,14	1,30	1,45	1,51	1,72	1,85	125	2,18
30	1,55	1,77	1,98	2,18	2,36	2,54	1,27	1,45	1,62	1,68	1,92	2,06	150	2,44
35	1,70	1,95	2,18	2,39	2,60	2,81	1,39	1,59	1,77	1,84	2,11	2,27	175	2,68
40	1,84	2,11	2,36	2,60	2,83	3,06	1,51	1,72	1,92	2,00	2,29	2,47	200	2,92
45	1,98	2,27	2,54	2,81	3,06	3,30	1,62	1,85	2,06	2,15	2,47	2,66	225	3,15
50	2,11	2,42	2,72	3,00	3,27	3,53	1,72	1,97	2,20	2,29	2,64	2,84	250	3,37
55	2,24	2,57	2,89	3,19	3,48	3,76	1,82	2,09	2,34	2,43	2,80	3,02	275	3,59
60	2,36	2,72	3,06	3,38	3,69	3,98	1,92	2,20	2,47	2,57	2,96	3,19	300	3,80
65	2,48	2,86	3,22	3,56	3,89	4,20	2,02	2,32	2,60	2,70	3,12	3,37	325	4,00
70	2,60	3,00	3,38	3,74	4,08	4,42	2,11	2,42	2,72	2,83	3,27	3,53	350	4,21
75	2,72	3,14	3,53	3,91	4,27	4,63	2,20	2,53	2,84	2,96	3,42	3,70	375	4,40
80	2,83	3,27	3,69	4,08	4,46	4,84	2,29	2,64	2,96	3,09	3,57	3,86	400	4,60
85	2,95	3,40	3,84	4,25	4,65	5,04	2,38	2,74	3,08	3,21	3,71	4,02	425	4,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mcă de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa I

Tabelul 2 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	59,26	40,91	29,93	23,13	18,79	15,93	10,83	8,13	6,61	5,71	5,15	4,80	450	4,98
95	62,12	42,84	31,30	24,17	19,61	16,61	11,28	8,46	6,87	5,93	5,35	4,98	475	5,17
100	64,97	44,75	32,67	25,20	20,43	17,30	11,73	8,78	7,12	6,14	5,54	5,16	500	5,35
110	70,64	48,56	35,38	27,25	22,06	18,65	12,61	9,42	7,63	6,57	5,92	5,51	550	5,72
120	76,27	52,33	38,07	29,27	23,67	19,99	13,48	10,05	8,12	6,99	6,29	5,85	600	6,07
130	81,87	56,08	40,74	31,28	25,26	21,31	14,34	10,67	8,61	7,40	6,66	6,19	650	6,42
140	87,44	59,81	43,38	33,27	26,84	22,63	15,18	11,28	9,09	7,81	7,02	6,52	700	6,77
150	92,99	63,52	46,02	35,25	28,41	23,93	16,02	11,88	9,57	8,21	7,37	6,85	750	7,11
160	98,51	67,21	48,63	37,21	29,96	25,22	16,85	12,48	10,04	8,60	7,72	7,17	800	7,44
170	104,02	70,89	51,24	39,17	31,51	26,50	17,68	13,07	10,50	8,99	8,07	7,49	850	7,77
180	109,50	74,55	53,83	41,11	33,04	27,77	18,50	13,65	10,96	9,38	8,41	7,80	900	8,10
190	114,97	78,20	56,41	43,04	34,57	29,04	19,31	14,24	11,41	9,76	8,75	8,12	950	8,42
200	120,43	81,83	58,98	44,97	36,09	30,30	20,11	14,81	11,87	10,14	9,09	8,42	1000	8,74
220	131,30	89,07	64,09	48,79	39,11	32,79	21,71	15,95	12,76	10,89	9,75	9,03	1100	9,37
240	142,11	96,27	69,17	52,59	42,10	35,27	23,29	17,08	13,64	11,63	10,40	9,63	1200	10,00
260	152,89	103,43	74,22	56,36	45,08	37,73	24,86	18,19	14,51	12,35	11,04	10,22	1300	10,61
280	163,62	110,55	79,24	60,11	48,03	40,16	26,41	19,30	15,37	13,07	11,68	10,80	1400	11,21
300	174,32	117,66	84,24	63,84	50,96	42,59	27,95	20,39	16,22	13,78	12,31	11,38	1500	11,81
320	184,99	124,73	89,22	67,55	53,88	44,99	29,48	21,47	17,06	14,49	12,93	11,95	1600	12,40
340	195,63	131,78	94,18	71,25	56,79	47,39	31,00	22,55	17,89	15,19	13,54	12,51	1700	12,98
360	206,25	138,82	99,12	74,93	59,68	49,77	32,51	23,62	18,72	15,88	14,15	13,07	1800	13,56
380	216,84	145,83	104,05	78,59	62,56	52,15	34,01	24,68	19,55	16,56	14,76	13,62	1900	14,14
400	227,41	152,82	108,96	82,25	65,43	54,51	35,50	25,73	20,36	17,25	15,36	14,17	2000	14,71
425	240,59	161,55	115,08	86,80	69,00	57,45	37,36	27,04	21,38	18,09	16,10	14,85	2125	15,41
450	253,74	170,24	121,18	91,33	72,56	60,38	39,20	28,34	22,38	18,93	16,84	15,53	2250	16,12
475	266,87	178,92	127,26	95,85	76,10	63,30	41,04	29,64	23,39	19,76	17,57	16,20	2375	16,81
500	279,97	187,58	133,33	100,36	79,64	66,20	42,87	30,92	24,38	20,59	18,30	16,86	2500	17,50
525	293,05	196,21	139,38	104,85	83,16	69,10	44,69	32,20	25,37	21,41	19,02	17,52	2625	18,19
550	306,11	204,84	145,42	109,33	86,67	71,98	46,50	33,48	26,35	22,23	19,74	18,18	2750	18,87
575	319,15	213,44	151,44	113,80	90,17	74,86	48,31	34,75	27,33	23,04	20,45	18,83	2875	19,54
600	332,17	222,03	157,46	118,26	93,66	77,73	50,11	36,01	28,30	23,85	21,16	19,48	3000	20,22
650	358,16	239,17	169,45	127,15	100,61	83,44	53,69	38,52	30,24	25,46	22,57	20,77	3250	21,55
700	384,09	256,26	181,40	136,00	107,54	89,12	57,25	41,01	32,16	27,05	23,97	22,04	3500	22,87
750	409,97	273,31	193,31	144,83	114,44	94,78	60,79	43,49	34,07	28,63	25,35	23,31	3750	24,19
800	435,79	290,32	205,19	153,62	121,31	100,42	64,31	45,95	35,96	30,20	26,73	24,56	4000	25,49
850	461,57	307,29	217,04	162,39	128,16	106,04	67,82	48,41	37,84	31,76	28,09	25,81	4250	26,78
900	487,31	324,22	228,86	171,13	134,99	111,64	71,31	50,84	39,72	33,31	29,45	27,04	4500	28,06
950	513,01	341,13	240,66	179,86	141,80	117,22	74,79	53,27	41,58	34,85	30,80	28,27	4750	29,34
1000	538,68	358,01	252,43	188,56	148,60	122,79	78,26	55,69	43,43	36,38	32,14	29,50	5000	30,61
1100	589,92	391,69	275,92	205,92	162,14	133,88	85,16	60,50	47,12	39,43	34,80	31,92	5500	33,12
1200	641,04	425,28	299,33	223,21	175,62	144,92	92,03	65,27	50,77	42,45	37,44	34,33	6000	35,62
1300	692,07	458,80	322,67	240,44	189,05	155,92	98,85	70,02	54,41	45,44	40,06	36,71	6500	38,09
1400	743,02	492,24	345,96	257,62	202,45	166,87	105,65	74,74	58,02	48,42	42,66	39,08	7000	40,55
1500	793,88	525,62	369,19	274,76	215,80	177,79	112,42	79,44	61,61	51,38	45,25	41,43	7500	42,99
1600	844,68	558,95	392,38	291,86	229,12	188,68	119,17	84,12	65,18	54,33	47,82	43,77	8000	45,42
1700	895,41	592,22	415,52	308,93	242,40	199,55	125,89	88,78	68,74	57,26	50,37	46,10	8500	47,83
1800	946,08	625,45	438,63	325,96	255,66	210,38	132,60	93,43	72,28	60,18	52,92	48,41	9000	50,23
1900	996,70	658,63	461,70	342,96	268,89	221,19	139,28	98,06	75,81	63,08	55,45	50,72	9500	52,62
2000	1047,28	691,77	484,74	359,93	282,09	231,98	145,95	102,67	79,33	65,98	57,98	53,01	10000	55,00
2500	1299,51	856,99	599,51	444,44	347,80	285,64	179,07	125,57	96,76	80,31	70,46	64,36	12500	66,77
3000	1550,93	1021,55	713,74	528,47	413,10	338,94	211,90	148,22	113,99	94,46	82,78	75,54	15000	78,37
3500	1801,72	1185,60	827,55	612,15	478,09	391,95	244,51	170,70	131,06	108,46	94,96	86,60	17500	89,84
4000	2052,01	1349,26	941,02	695,55	542,83	444,73	276,95	193,03	148,01	122,36	107,04	97,56	20000	101,21
5000	2551,46	1675,65	1167,21	861,69	671,73	549,79	341,42	237,37	181,61	149,89	130,96	119,25	25000	123,72

Anexa I

Tabelul 3. Debitul de calcul pentru apă rece la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalenților de debit pentru : $\dot{V}_{sa}$ = 0,94 l/s·ap.; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]												E	$\dot{V}_c$ [l/s]
	280 l/zi.pers.						200 l/zi.pers.							
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.							
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,175	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,85	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,3	0,17
0,30	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	1,5	0,19
0,40	0,15	0,15	0,19	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	2,0	0,22
0,50	0,15	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,15	0,15	0,18	0,19	0,20	0,21	2,5	0,25
0,60	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,15	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	3,0	0,27
0,80	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	4,0	0,32
1,0	0,25	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	5,0	0,36
1,2	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	6,0	0,39
1,5	0,31	0,35	0,37	0,40	0,43	0,45	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	7,5	0,44
1,7	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,48	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40	8,5	0,47
2,0	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,44	10,0	0,51
2,5	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	12,5	0,58
3,0	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,38	0,42	0,45	0,49	0,52	0,55	15,0	0,64
3,5	0,49	0,54	0,59	0,64	0,68	0,72	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	17,5	0,70
4	0,53	0,58	0,64	0,68	0,73	0,77	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,64	20	0,75
5	0,60	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,50	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	25	0,85
6	0,66	0,73	0,79	0,86	0,92	0,97	0,55	0,61	0,66	0,71	0,76	0,80	30	0,94
7	0,72	0,79	0,87	0,93	1,00	1,06	0,60	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	35	1,03
8	0,77	0,86	0,93	1,01	1,08	1,14	0,64	0,71	0,77	0,83	0,89	0,94	40	1,11
9	0,83	0,92	1,00	1,08	1,15	1,23	0,69	0,76	0,83	0,89	0,95	1,01	45	1,19
10	0,88	0,97	1,06	1,14	1,23	1,30	0,73	0,80	0,88	0,94	1,01	1,07	50	1,26
12	0,97	1,08	1,18	1,27	1,36	1,45	0,80	0,89	0,97	1,05	1,12	1,19	60	1,40
14	1,06	1,18	1,29	1,39	1,49	1,59	0,88	0,97	1,06	1,14	1,23	1,30	70	1,53
16	1,14	1,27	1,39	1,51	1,62	1,72	0,94	1,05	1,14	1,24	1,32	1,41	80	1,66
18	1,23	1,36	1,49	1,62	1,73	1,85	1,01	1,12	1,23	1,32	1,42	1,51	90	1,78
20	1,30	1,45	1,59	1,72	1,85	1,97	1,07	1,19	1,30	1,41	1,51	1,61	100	1,90
25	1,49	1,66	1,82	1,97	2,12	2,26	1,22	1,36	1,49	1,61	1,73	1,84	125	2,18
30	1,66	1,85	2,03	2,20	2,37	2,53	1,36	1,51	1,66	1,79	1,93	2,06	150	2,44
35	1,82	2,03	2,23	2,43	2,61	2,79	1,49	1,66	1,82	1,97	2,12	2,26	175	2,68
40	1,97	2,20	2,43	2,64	2,84	3,04	1,61	1,79	1,97	2,14	2,30	2,46	200	2,92
45	2,12	2,37	2,61	2,84	3,07	3,28	1,73	1,93	2,12	2,30	2,48	2,65	225	3,15
50	2,26	2,53	2,79	3,04	3,28	3,52	1,84	2,06	2,26	2,46	2,65	2,83	250	3,37
55	2,40	2,69	2,97	3,23	3,49	3,74	1,95	2,18	2,40	2,61	2,81	3,01	275	3,59
60	2,53	2,84	3,14	3,42	3,70	3,97	2,06	2,30	2,53	2,76	2,97	3,18	300	3,80
65	2,66	2,99	3,31	3,61	3,90	4,18	2,16	2,42	2,66	2,90	3,13	3,35	325	4,00
70	2,79	3,14	3,47	3,79	4,10	4,40	2,26	2,53	2,79	3,04	3,28	3,52	350	4,21
75	2,92	3,28	3,63	3,97	4,29	4,61	2,36	2,65	2,92	3,18	3,43	3,68	375	4,40
80	3,04	3,42	3,79	4,14	4,48	4,81	2,46	2,76	3,04	3,32	3,58	3,84	400	4,60
85	3,16	3,56	3,94	4,31	4,67	5,02	2,55	2,86	3,16	3,45	3,73	4,00	425	4,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma și debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa I

Tabelul 3 (continuare)														
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	3,28	3,70	4,10	4,48	4,85	5,22	2,65	2,97	3,28	3,58	3,87	4,15	450	4,98
95	3,40	3,83	4,25	4,65	5,04	5,41	2,74	3,08	3,40	3,71	4,01	4,30	475	5,17
100	3,52	3,97	4,40	4,81	5,22	5,61	2,83	3,18	3,52	3,84	4,15	4,46	500	5,35
110	3,74	4,23	4,69	5,14	5,57	5,99	3,010	3,38	3,74	4,09	4,43	4,75	550	5,72
120	3,97	4,48	4,97	5,45	5,92	6,37	3,18	3,58	3,97	4,34	4,69	5,04	600	6,07
130	4,18	4,73	5,26	5,76	6,26	6,74	3,35	3,78	4,18	4,58	4,96	5,33	650	6,42
140	4,40	4,97	5,53	6,07	6,60	7,11	3,52	3,97	4,40	4,81	5,22	5,61	700	6,77
150	4,61	5,22	5,80	6,37	6,93	7,47	3,68	4,15	4,61	5,04	5,47	5,89	750	7,11
160	4,81	5,45	6,07	6,67	7,25	7,83	3,84	4,34	4,81	5,27	5,72	6,16	800	7,44
170	5,02	5,69	6,34	6,96	7,58	8,18	4,00	4,52	5,02	5,50	5,97	6,43	850	7,77
180	5,22	5,92	6,60	7,25	7,90	8,52	4,15	4,69	5,22	5,72	6,21	6,69	900	8,1
190	5,41	6,15	6,85	7,54	8,21	8,87	4,30	4,87	5,41	5,94	6,45	6,95	950	8,42
200	5,61	6,37	7,11	7,83	8,52	9,21	4,46	5,04	5,61	6,16	6,69	7,21	1000	8,74
220	5,99	6,82	7,61	8,39	9,14	9,88	4,75	5,39	5,99	6,59	7,16	7,72	1100	9,37
240	6,37	7,25	8,11	8,94	9,75	10,54	5,04	5,72	6,37	7,01	7,62	8,23	1200	10,00
260	6,74	7,68	8,59	9,48	10,35	11,20	5,33	6,05	6,74	7,42	8,08	8,72	1300	10,61
280	7,11	8,11	9,07	10,01	10,94	11,84	5,61	6,37	7,11	7,83	8,52	9,21	1400	11,21
300	7,47	8,52	9,55	10,54	11,52	12,48	5,89	6,69	7,47	8,23	8,97	9,69	1500	11,81
320	7,83	8,94	10,01	11,07	12,10	13,11	6,16	7,01	7,83	8,62	9,40	10,17	1600	12,4
340	8,18	9,34	10,48	11,58	12,67	13,73	6,43	7,32	8,18	9,01	9,83	10,64	1700	12,98
360	8,52	9,75	10,94	12,10	13,23	14,35	6,69	7,62	8,52	9,40	10,26	11,10	1800	13,56
380	8,87	10,15	11,39	12,60	13,79	14,96	6,95	7,93	8,87	9,79	10,68	11,56	1900	14,14
400	9,21	10,54	11,84	13,11	14,35	15,57	7,21	8,23	9,21	10,17	11,10	12,02	2000	14,71
425	9,63	11,03	12,4	13,73	15,04	16,33	7,53	8,60	9,63	10,64	11,62	12,59	2125	15,41
450	10,05	11,52	12,95	14,35	15,73	17,08	7,85	8,97	10,05	11,10	12,14	13,15	2250	16,12
475	10,46	12,00	13,50	14,96	16,41	17,82	8,16	9,33	10,46	11,56	12,65	13,71	2375	16,81
500	10,87	12,48	14,04	15,57	17,08	18,56	8,47	9,69	10,87	12,02	13,15	14,26	2500	17,5
525	11,28	12,95	14,58	16,18	17,75	19,30	8,78	10,05	11,28	12,48	13,65	14,81	2625	18,19
550	11,68	13,42	15,12	16,78	18,41	20,03	9,09	10,40	11,68	12,93	14,15	15,36	2750	18,87
575	12,08	13,89	15,65	17,38	19,08	20,75	9,39	10,75	12,08	13,38	14,65	15,9	2875	19,54
600	12,48	14,35	16,18	17,97	19,73	21,47	9,69	11,10	12,48	13,82	15,14	16,44	3000	20,22
650	13,26	15,27	17,23	19,15	21,04	22,9	10,28	11,79	13,26	14,70	16,11	17,51	3250	21,55
700	14,04	16,18	18,27	20,32	22,33	24,32	10,87	12,48	14,04	15,57	17,08	18,56	3500	22,87
750	14,81	17,08	19,30	21,47	23,61	25,73	11,45	13,15	14,81	16,44	18,03	19,61	3750	24,19
800	15,57	17,97	20,32	22,62	24,89	27,13	12,02	13,82	15,57	17,29	18,98	20,65	4000	25,49
850	16,33	18,86	21,33	23,76	26,15	28,51	12,59	14,48	16,33	18,14	19,92	21,68	4250	26,78
900	17,08	19,73	22,33	24,89	27,41	29,89	13,15	15,14	17,08	18,98	20,85	22,70	4500	28,06
950	17,82	20,61	23,33	26,01	28,65	31,26	13,71	15,79	17,82	19,82	21,78	23,72	4750	29,34
1000	18,56	21,47	24,32	27,13	29,89	32,63	14,26	16,44	18,56	20,65	22,7	24,73	5000	30,61
1100	20,03	23,19	26,29	29,34	32,36	35,34	15,36	17,72	20,03	22,29	24,52	26,73	5500	33,12
1200	21,47	24,89	28,24	31,54	34,8	38,02	16,44	18,98	21,47	23,92	26,33	28,71	6000	35,62
1300	22,9	26,57	30,17	33,71	37,22	40,68	17,51	20,23	22,90	25,53	28,12	30,68	6500	38,09
1400	24,32	28,24	32,08	35,87	39,62	43,33	18,56	21,47	24,32	27,13	29,89	32,63	7000	40,55
1500	25,73	29,89	33,98	38,02	42,01	45,95	19,61	22,7	25,73	28,71	31,65	34,56	7500	42,99
1600	27,13	31,54	35,87	40,15	44,38	48,57	20,65	23,92	27,13	30,29	33,40	36,49	8000	45,42
1700	28,51	33,17	37,75	42,27	46,74	51,17	21,68	25,13	28,51	31,85	35,14	38,40	8500	47,83
1800	29,89	34,80	39,62	44,38	49,09	53,76	22,7	26,33	29,89	33,40	36,87	40,30	9000	50,23
1900	31,26	36,41	41,48	46,48	51,43	56,33	23,72	27,52	31,26	34,95	38,59	42,20	9500	52,62
2000	32,63	38,02	43,33	48,57	53,76	58,90	24,73	28,71	32,63	36,49	40,30	44,08	10000	55,00
2500	39,35	45,95	52,46	58,90	65,27	71,60	29,70	34,56	39,35	44,08	48,75	53,39	12500	66,77
3000	45,95	53,76	61,45	69,07	76,63	84,12	34,56	40,30	45,95	51,54	57,07	62,55	15000	78,37
3500	52,46	61,45	70,34	79,13	87,85	96,52	39,35	45,95	52,46	58,90	65,27	71,60	17500	89,84
4000	58,90	69,07	79,13	89,09	98,98	108,8	44,08	51,54	58,90	66,18	73,40	80,56	20000	101,21
5000	71,60	84,12	96,52	108,8	121,01	133,14	53,39	62,55	71,60	80,56	89,45	98,28	25000	123,72

Anexa I

Tabelul 4. Debitul de calcul pentru apă rece la construcțiile de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,57 l/s·ap.; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	1,5	2	2,5	3	3,5	4	1,5	2	2,5	3	3,5	4
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,4	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,2	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
0,5	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
0,6	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
0,8	0,17	0,2	0,23	0,25	0,27	0,29	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26
1,0	0,19	0,23	0,25	0,28	0,3	0,32	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29
1,2	0,21	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,19	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32
1,5	0,24	0,28	0,31	0,35	0,37	0,40	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36
1,7	0,26	0,3	0,34	0,37	0,40	0,43	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39
2,0	0,28	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47	0,25	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42
2,5	0,31	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,28	0,33	0,37	0,41	0,44	0,48
3,0	0,35	0,40	0,45	0,5	0,54	0,58	0,31	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53
3,5	0,37	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57
4	0,40	0,47	0,53	0,58	0,64	0,68	0,36	0,42	0,48	0,53	0,57	0,61
5	0,45	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77	0,41	0,48	0,54	0,59	0,65	0,70
6	0,50	0,58	0,66	0,73	0,80	0,86	0,45	0,53	0,59	0,66	0,71	0,77
7	0,54	0,64	0,72	0,80	0,87	0,93	0,49	0,57	0,65	0,71	0,78	0,84
8	0,58	0,68	0,77	0,86	0,93	1,01	0,53	0,61	0,70	0,77	0,84	0,90
9	0,62	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08	0,56	0,66	0,74	0,82	0,90	0,97
10	0,66	0,77	0,88	0,97	1,06	1,15	0,59	0,70	0,79	0,87	0,95	1,03
12	0,73	0,86	0,97	1,08	1,18	1,27	0,66	0,77	0,87	0,97	1,05	1,14
14	0,80	0,93	1,06	1,18	1,29	1,39	0,71	0,84	0,95	1,05	1,15	1,24
16	0,86	1,01	1,15	1,27	1,39	1,51	0,77	0,90	1,03	1,14	1,24	1,34
18	0,92	1,08	1,23	1,36	1,49	1,62	0,82	0,97	1,10	1,22	1,33	1,44
20	0,97	1,15	1,30	1,45	1,59	1,72	0,87	1,03	1,17	1,30	1,42	1,53
25	1,10	1,30	1,49	1,66	1,82	1,97	0,99	1,17	1,33	1,48	1,62	1,75
30	1,23	1,45	1,66	1,85	2,03	2,21	1,10	1,30	1,48	1,65	1,81	1,96
35	1,34	1,59	1,82	2,03	2,23	2,43	1,20	1,42	1,62	1,81	1,98	2,15
40	1,45	1,72	1,97	2,21	2,43	2,64	1,30	1,53	1,75	1,96	2,15	2,34
45	1,56	1,85	2,12	2,37	2,61	2,85	1,39	1,65	1,88	2,10	2,31	2,52
50	1,66	1,97	2,26	2,54	2,79	3,04	1,48	1,75	2,01	2,25	2,47	2,69
55	1,75	2,09	2,40	2,69	2,97	3,24	1,56	1,86	2,13	2,38	2,63	2,86
60	1,85	2,21	2,54	2,85	3,14	3,43	1,65	1,96	2,25	2,52	2,77	3,02
65	1,94	2,32	2,67	3,00	3,31	3,61	1,73	2,06	2,36	2,65	2,92	3,18
70	2,03	2,43	2,79	3,14	3,47	3,79	1,81	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34
75	2,12	2,54	2,92	3,28	3,63	3,97	1,88	2,25	2,58	2,90	3,20	3,49
80	2,21	2,64	3,04	3,43	3,79	4,14	1,96	2,34	2,69	3,02	3,34	3,64
85	2,29	2,74	3,17	3,56	3,95	4,31	2,03	2,43	2,79	3,14	3,47	3,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 4 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,37	2,85	3,28	3,7	4,10	4,48	2,10	2,52	2,90	3,26	3,60	3,94
95	2,45	2,95	3,40	3,84	4,25	4,65	2,18	2,60	3,00	3,38	3,74	4,08
100	2,54	3,04	3,52	3,97	4,40	4,82	2,25	2,69	3,10	3,49	3,86	4,22
110	2,69	3,24	3,75	4,23	4,69	5,14	2,38	2,86	3,30	3,72	4,12	4,50
120	2,85	3,43	3,97	4,48	4,98	5,46	2,52	3,02	3,49	3,94	4,36	4,78
130	3,00	3,61	4,19	4,73	5,26	5,77	2,65	3,18	3,68	4,15	4,61	5,05
140	3,14	3,79	4,40	4,98	5,54	6,08	2,77	3,34	3,86	4,36	4,84	5,31
150	3,28	3,97	4,61	5,22	5,81	6,38	2,90	3,49	4,05	4,57	5,08	5,57
160	3,43	4,14	4,82	5,46	6,08	6,68	3,02	3,64	4,22	4,78	5,31	5,82
170	3,56	4,31	5,02	5,69	6,34	6,97	3,14	3,79	4,40	4,98	5,54	6,08
180	3,70	4,48	5,22	5,92	6,6	7,26	3,26	3,94	4,57	5,18	5,76	6,33
190	3,84	4,65	5,42	6,15	6,86	7,55	3,38	4,08	4,74	5,37	5,98	6,57
200	3,97	4,82	5,61	6,38	7,12	7,83	3,49	4,22	4,91	5,57	6,20	6,82
220	4,23	5,14	6,00	6,82	7,62	8,39	3,72	4,50	5,24	5,95	6,63	7,29
240	4,48	5,46	6,38	7,26	8,11	8,94	3,94	4,78	5,57	6,33	7,06	7,77
260	4,73	5,77	6,75	7,69	8,60	9,49	4,15	5,05	5,89	6,69	7,47	8,23
280	4,98	6,08	7,12	8,11	9,08	10,02	4,36	5,31	6,2	7,06	7,88	8,69
300	5,22	6,38	7,48	8,53	9,56	10,55	4,57	5,57	6,51	7,41	8,29	9,14
320	5,46	6,68	7,83	8,94	10,02	11,08	4,78	5,82	6,82	7,77	8,69	9,58
340	5,69	6,97	8,18	9,35	10,49	11,59	4,98	6,08	7,12	8,11	9,08	10,02
360	5,92	7,26	8,53	9,76	10,95	12,11	5,18	6,33	7,41	8,46	9,47	10,46
380	6,15	7,55	8,88	10,16	11,40	12,62	5,37	6,57	7,71	8,80	9,86	10,89
400	6,38	7,83	9,22	10,55	11,85	13,12	5,57	6,82	8,00	9,14	10,24	11,32
425	6,66	8,18	9,64	11,04	12,41	13,75	5,81	7,12	8,36	9,56	10,72	11,85
450	6,93	8,53	10,06	11,53	12,96	14,36	6,05	7,41	8,71	9,97	11,19	12,38
475	7,21	8,88	10,47	12,01	13,51	14,98	6,28	7,71	9,07	10,38	11,65	12,90
500	7,48	9,22	10,88	12,49	14,06	15,59	6,51	8,00	9,42	10,78	12,11	13,42
525	7,74	9,56	11,29	12,96	14,60	16,2	6,74	8,29	9,76	11,19	12,57	13,93
550	8,01	9,89	11,69	13,43	15,13	16,8	6,97	8,57	10,11	11,59	13,03	14,44
575	8,27	10,22	12,09	13,9	15,67	17,39	7,19	8,86	10,45	11,98	13,48	14,94
600	8,53	10,55	12,49	14,36	16,20	17,99	7,41	9,14	10,78	12,38	13,93	15,45
650	9,05	11,21	13,28	15,29	17,25	19,17	7,85	9,69	11,45	13,16	14,82	16,44
700	9,56	11,85	14,06	16,20	18,29	20,34	8,29	10,24	12,11	13,93	15,70	17,43
750	10,06	12,49	14,83	17,10	19,32	21,49	8,71	10,78	12,77	14,69	16,57	18,41
800	10,55	13,12	15,59	17,99	20,34	22,64	9,14	11,32	13,42	15,45	17,43	19,38
850	11,04	13,75	16,35	18,87	21,35	23,78	9,56	11,85	14,06	16,2	18,29	20,34
900	11,53	14,36	17,10	19,75	22,36	24,91	9,97	12,38	14,69	16,94	19,13	21,29
950	12,01	14,98	17,84	20,63	23,35	26,04	10,38	12,9	15,32	17,67	19,98	22,24
1000	12,49	15,59	18,58	21,49	24,35	27,16	10,78	13,42	15,95	18,41	20,81	23,18
1100	13,43	16,80	20,05	23,21	26,32	29,37	11,59	14,44	17,18	19,86	22,47	25,05
1200	14,36	17,99	21,49	24,91	28,27	31,57	12,38	15,45	18,41	21,29	24,11	26,89
1300	15,29	19,17	22,93	26,6	30,20	33,75	13,16	16,44	19,62	22,71	25,74	28,72
1400	16,20	20,34	24,35	28,27	32,12	35,91	13,93	17,43	20,81	24,11	27,35	30,54
1500	17,10	21,49	25,76	29,92	34,02	38,06	14,69	18,41	22,00	25,51	28,95	32,34
1600	17,99	22,64	27,16	31,57	35,91	40,19	15,45	19,38	23,18	26,89	30,54	34,13
1700	18,87	23,78	28,54	33,21	37,79	42,32	16,2	20,34	24,35	28,27	32,12	35,91
1800	19,75	24,91	29,92	34,83	39,66	44,43	16,94	21,29	25,51	29,63	33,69	37,68
1900	20,63	26,04	31,3	36,45	41,52	46,53	17,67	22,24	26,66	30,99	35,25	39,44
2000	21,49	27,16	32,66	38,06	43,37	48,62	18,41	23,18	27,81	32,34	36,80	41,19
2500	25,76	32,66	39,39	46,00	52,52	58,96	22,00	27,81	33,46	39,00	44,46	49,85
3000	29,92	38,06	46,00	53,81	61,52	69,15	25,51	32,34	39,00	45,54	51,99	58,36
3500	34,02	43,37	52,52	61,52	70,41	79,22	28,95	36,8	44,46	51,99	59,41	66,76
4000	38,06	48,62	58,96	69,15	79,22	89,19	32,34	41,19	49,85	58,36	66,76	75,08
5000	46,00	58,96	71,68	84,22	96,62	108,93	39,00	49,85	60,47	70,93	81,28	91,53

Anexa I

Tabelul 5. Debitul de calcul pentru apă rece la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalențilorde debit pentru : $\dot{V}_{sa}$ = 0,74 l/s·ap.; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,50	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19
0,60	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21
0,80	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
1,0	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27
1,2	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3
1,5	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,37	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34
1,7	0,26	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36
2,0	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39
2,5	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,29	0,32	0,36	0,39	0,41	0,44
3,0	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49
3,5	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53
4	0,41	0,46	0,51	0,55	0,59	0,63	0,37	0,41	0,46	0,50	0,53	0,57
5	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71	0,41	0,47	0,52	0,56	0,6	0,64
6	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,79	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71
7	0,55	0,62	0,69	0,75	0,81	0,86	0,50	0,56	0,62	0,67	0,72	0,77
8	0,59	0,67	0,74	0,81	0,87	0,93	0,53	0,6	0,67	0,72	0,78	0,83
9	0,63	0,71	0,79	0,86	0,93	0,99	0,57	0,64	0,71	0,77	0,83	0,89
10	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	1,06	0,60	0,68	0,75	0,82	0,88	0,95
12	0,74	0,84	0,93	1,01	1,10	1,17	0,67	0,75	0,83	0,91	0,98	1,05
14	0,81	0,92	1,01	1,11	1,20	1,28	0,72	0,82	0,91	0,99	1,07	1,15
16	0,87	0,99	1,10	1,20	1,29	1,39	0,78	0,88	0,98	1,07	1,16	1,24
18	0,93	1,06	1,17	1,28	1,39	1,49	0,83	0,95	1,05	1,15	1,24	1,33
20	0,99	1,12	1,25	1,36	1,47	1,58	0,88	1,00	1,11	1,22	1,32	1,41
25	1,12	1,28	1,42	1,55	1,68	1,81	1,00	1,14	1,27	1,39	1,5	1,61
30	1,25	1,42	1,58	1,73	1,88	2,02	1,11	1,27	1,41	1,54	1,67	1,79
35	1,36	1,55	1,73	1,9	2,07	2,22	1,22	1,39	1,54	1,69	1,83	1,97
40	1,47	1,68	1,88	2,07	2,24	2,41	1,32	1,5	1,67	1,83	1,99	2,14
45	1,58	1,81	2,02	2,22	2,41	2,60	1,41	1,61	1,79	1,97	2,14	2,3
50	1,68	1,93	2,15	2,37	2,58	2,78	1,50	1,71	1,91	2,1	2,28	2,46
55	1,78	2,04	2,29	2,52	2,74	2,95	1,59	1,81	2,03	2,23	2,42	2,61
60	1,88	2,15	2,41	2,66	2,89	3,12	1,67	1,91	2,14	2,35	2,56	2,76
65	1,97	2,26	2,54	2,8	3,05	3,29	1,75	2,01	2,25	2,47	2,69	2,90
70	2,07	2,37	2,66	2,93	3,2	3,45	1,83	2,1	2,35	2,59	2,82	3,04
75	2,15	2,48	2,78	3,07	3,34	3,61	1,91	2,19	2,46	2,71	2,95	3,18
80	2,24	2,58	2,89	3,2	3,49	3,77	1,99	2,28	2,56	2,82	3,07	3,32
85	2,33	2,68	3,01	3,32	3,63	3,92	2,07	2,37	2,66	2,93	3,20	3,45

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 5 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,41	2,78	3,12	3,45	3,77	4,07	2,14	2,46	2,76	3,04	3,32	3,58
95	2,5	2,88	3,23	3,57	3,9	4,22	2,21	2,54	2,85	3,15	3,44	3,71
100	2,58	2,97	3,34	3,7	4,04	4,37	2,28	2,63	2,95	3,26	3,55	3,84
110	2,74	3,16	3,56	3,94	4,31	4,66	2,42	2,79	3,13	3,47	3,78	4,09
120	2,89	3,34	3,77	4,17	4,57	4,95	2,56	2,95	3,32	3,67	4,01	4,34
130	3,05	3,52	3,97	4,4	4,82	5,23	2,69	3,1	3,49	3,87	4,23	4,58
140	3,2	3,7	4,17	4,63	5,07	5,5	2,82	3,26	3,67	4,06	4,44	4,81
150	3,34	3,87	4,37	4,85	5,32	5,77	2,95	3,41	3,84	4,26	4,66	5,05
160	3,49	4,04	4,57	5,07	5,56	6,04	3,07	3,55	4,01	4,44	4,86	5,27
170	3,63	4,21	4,76	5,29	5,8	6,3	3,2	3,7	4,17	4,63	5,07	5,5
180	3,77	4,37	4,95	5,5	6,04	6,56	3,32	3,84	4,34	4,81	5,27	5,72
190	3,9	4,53	5,13	5,71	6,27	6,81	3,44	3,98	4,5	4,99	5,47	5,94
200	4,04	4,69	5,32	5,92	6,5	7,07	3,55	4,12	4,66	5,17	5,67	6,16
220	4,31	5,01	5,68	6,33	6,95	7,57	3,78	4,39	4,97	5,52	6,06	6,59
240	4,57	5,32	6,04	6,73	7,4	8,06	4,01	4,66	5,27	5,87	6,45	7,01
260	4,82	5,62	6,38	7,12	7,84	8,54	4,23	4,92	5,57	6,21	6,82	7,42
280	5,07	5,92	6,73	7,51	8,27	9,02	4,44	5,17	5,87	6,54	7,19	7,83
300	5,32	6,21	7,07	7,89	8,7	9,49	4,66	5,42	6,16	6,87	7,56	8,23
320	5,56	6,5	7,4	8,27	9,12	9,95	4,86	5,67	6,45	7,19	7,92	8,62
340	5,8	6,78	7,73	8,65	9,54	10,41	5,07	5,92	6,73	7,51	8,27	9,02
360	6,04	7,07	8,06	9,02	9,95	10,87	5,27	6,16	7,01	7,83	8,62	9,4
380	6,27	7,35	8,38	9,38	10,36	11,32	5,47	6,4	7,28	8,14	8,97	9,79
400	6,5	7,62	8,7	9,75	10,77	11,76	5,67	6,63	7,56	8,45	9,32	10,17
425	6,78	7,96	9,1	10,19	11,27	12,32	5,92	6,93	7,89	8,83	9,75	10,64
450	7,07	8,3	9,49	10,64	11,76	12,87	6,16	7,21	8,23	9,21	10,17	11,11
475	7,35	8,63	9,87	11,08	12,26	13,41	6,4	7,5	8,56	9,59	10,59	11,57
500	7,62	8,96	10,26	11,52	12,75	13,95	6,63	7,78	8,89	9,96	11	12,03
525	7,89	9,29	10,64	11,95	13,23	14,49	6,87	8,06	9,21	10,33	11,41	12,48
550	8,17	9,62	11,02	12,38	13,71	15,02	7,1	8,34	9,53	10,69	11,82	12,93
575	8,43	9,94	11,39	12,81	14,19	15,55	7,33	8,61	9,85	11,05	12,23	13,38
600	8,7	10,26	11,76	13,23	14,66	16,07	7,56	8,89	10,17	11,41	12,63	13,82
650	9,23	10,89	12,5	14,07	15,61	17,11	8,01	9,43	10,8	12,13	13,43	14,71
700	9,75	11,52	13,23	14,9	16,54	18,15	8,45	9,96	11,41	12,83	14,22	15,58
750	10,26	12,13	13,95	15,72	17,46	19,17	8,89	10,48	12,03	13,53	15	16,44
800	10,77	12,75	14,66	16,54	18,37	20,18	9,32	11	12,63	14,22	15,77	17,3
850	11,27	13,35	15,37	17,34	19,28	21,18	9,75	11,52	13,23	14,9	16,54	18,15
900	11,76	13,95	16,07	18,15	20,18	22,18	10,17	12,03	13,82	15,58	17,3	18,99
950	12,26	14,55	16,77	18,94	21,07	23,17	10,59	12,53	14,41	16,25	18,05	19,82
1000	12,75	15,14	17,46	19,73	21,96	24,16	11	13,03	15	16,92	18,8	20,65
1100	13,71	16,31	18,83	21,29	23,72	26,11	11,82	14,02	16,15	18,24	20,28	22,3
1200	14,66	17,46	20,18	22,84	25,46	28,04	12,63	15	17,3	19,54	21,75	23,93
1300	15,61	18,6	21,52	24,37	27,19	29,96	13,43	15,96	18,43	20,84	23,2	25,54
1400	16,54	19,73	22,84	25,89	28,9	31,86	14,22	16,92	19,54	22,12	24,64	27,13
1500	17,46	20,85	24,16	27,4	30,59	33,75	15	17,86	20,65	23,38	26,07	28,72
1600	18,37	21,96	25,46	28,9	32,28	35,62	15,77	18,8	21,75	24,64	27,49	30,29
1700	19,28	23,06	26,76	30,38	33,95	37,48	16,54	19,73	22,84	25,89	28,9	31,86
1800	20,18	24,16	28,04	31,86	35,62	39,34	17,3	20,65	23,93	27,13	30,29	33,41
1900	21,07	25,24	29,32	33,33	37,28	41,18	18,05	21,57	25	28,37	31,69	34,96
2000	21,96	26,32	30,59	34,79	38,93	43,02	18,8	22,48	26,07	29,6	33,07	36,5
2500	26,32	31,65	36,86	42	47,07	52,08	22,48	26,96	31,34	35,64	39,89	44,09
3000	30,59	36,86	43,02	49,08	55,07	61	26,07	31,34	36,5	41,58	46,59	51,55
3500	34,79	42	49,08	56,06	62,97	69,82	29,6	35,64	41,58	47,42	53,2	58,92
4000	38,93	47,07	55,07	62,97	70,79	78,54	33,07	39,89	46,59	53,2	59,73	66,2
5000	47,07	57,05	66,89	76,61	86,24	95,79	39,89	48,25	56,47	64,59	72,62	80,58

Anexa I

Tabelul 6. Debitul de calcul pentru apă rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru : $\dot{V}_{sa}$ = 0,84 l/s·ap.; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,50	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
0,60	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20
0,80	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23
1,0	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25
1,2	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,18	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28
1,5	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,31
1,7	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,37	0,22	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34
2,0	0,26	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37
2,5	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41
3,0	0,33	0,37	0,41	0,44	0,47	0,50	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,45
3,5	0,36	0,40	0,44	0,48	0,51	0,55	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49
4	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53
5	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,67	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60
6	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66
7	0,51	0,58	0,64	0,70	0,75	0,80	0,46	0,52	0,58	0,63	0,68	0,72
8	0,55	0,62	0,69	0,75	0,81	0,87	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78
9	0,59	0,67	0,74	0,80	0,87	0,93	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,83
10	0,62	0,71	0,78	0,85	0,92	0,98	0,56	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88
12	0,69	0,78	0,87	0,94	1,02	1,09	0,62	0,70	0,78	0,85	0,91	0,98
14	0,75	0,85	0,94	1,03	1,11	1,19	0,68	0,76	0,85	0,92	1,00	1,06
16	0,81	0,92	1,02	1,11	1,20	1,29	0,73	0,82	0,91	1,00	1,07	1,15
18	0,87	0,98	1,09	1,19	1,29	1,38	0,78	0,88	0,98	1,06	1,15	1,23
20	0,92	1,04	1,16	1,27	1,37	1,47	0,82	0,93	1,04	1,13	1,22	1,31
25	1,04	1,19	1,32	1,44	1,56	1,67	0,93	1,06	1,18	1,29	1,39	1,49
30	1,16	1,32	1,47	1,61	1,74	1,87	1,04	1,18	1,31	1,43	1,55	1,66
35	1,27	1,44	1,61	1,76	1,91	2,05	1,13	1,29	1,43	1,57	1,70	1,82
40	1,37	1,56	1,74	1,91	2,07	2,23	1,22	1,39	1,55	1,70	1,84	1,98
45	1,47	1,67	1,87	2,05	2,23	2,40	1,31	1,49	1,66	1,82	1,98	2,13
50	1,56	1,78	1,99	2,19	2,38	2,56	1,39	1,59	1,77	1,95	2,11	2,27
55	1,65	1,89	2,11	2,32	2,53	2,72	1,47	1,68	1,88	2,06	2,24	2,41
60	1,74	1,99	2,23	2,45	2,67	2,88	1,55	1,77	1,98	2,18	2,36	2,54
65	1,83	2,09	2,34	2,58	2,81	3,03	1,63	1,86	2,08	2,29	2,48	2,68
70	1,91	2,19	2,45	2,71	2,95	3,18	1,70	1,95	2,18	2,39	2,60	2,81
75	1,99	2,29	2,56	2,83	3,08	3,32	1,77	2,03	2,27	2,50	2,72	2,93
80	2,07	2,38	2,67	2,95	3,21	3,47	1,84	2,11	2,36	2,60	2,83	3,06
85	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34	3,61	1,91	2,19	2,45	2,71	2,95	3,18

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 6 (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,23	2,56	2,88	3,18	3,47	3,74	1,98	2,27	2,54	2,81	3,06	3,30
95	2,31	2,65	2,98	3,29	3,59	3,88	2,05	2,35	2,63	2,90	3,16	3,42
100	2,38	2,74	3,08	3,40	3,71	4,02	2,11	2,42	2,72	3,00	3,27	3,53
110	2,53	2,91	3,27	3,62	3,96	4,28	2,24	2,57	2,89	3,19	3,48	3,76
120	2,67	3,08	3,47	3,84	4,19	4,54	2,36	2,72	3,06	3,38	3,69	3,98
130	2,81	3,24	3,65	4,05	4,42	4,79	2,48	2,86	3,22	3,56	3,89	4,20
140	2,95	3,40	3,84	4,25	4,65	5,04	2,60	3,00	3,38	3,74	4,08	4,42
150	3,08	3,56	4,02	4,45	4,87	5,28	2,72	3,14	3,53	3,91	4,27	4,63
160	3,21	3,71	4,19	4,65	5,09	5,53	2,83	3,27	3,69	4,08	4,46	4,84
170	3,34	3,87	4,37	4,85	5,31	5,76	2,95	3,40	3,84	4,25	4,65	5,04
180	3,47	4,02	4,54	5,04	5,53	6,00	3,06	3,53	3,98	4,42	4,84	5,24
190	3,59	4,16	4,71	5,23	5,74	6,23	3,16	3,66	4,13	4,58	5,02	5,44
200	3,71	4,31	4,87	5,42	5,95	6,46	3,27	3,79	4,27	4,74	5,20	5,64
220	3,96	4,59	5,20	5,79	6,36	6,91	3,48	4,03	4,56	5,06	5,55	6,02
240	4,19	4,87	5,53	6,15	6,76	7,35	3,69	4,27	4,84	5,37	5,90	6,40
260	4,42	5,15	5,84	6,51	7,16	7,79	3,89	4,51	5,11	5,68	6,24	6,78
280	4,65	5,42	6,15	6,86	7,55	8,22	4,08	4,74	5,37	5,98	6,57	7,15
300	4,87	5,68	6,46	7,21	7,93	8,64	4,27	4,97	5,64	6,28	6,90	7,51
320	5,09	5,95	6,76	7,55	8,31	9,06	4,46	5,20	5,90	6,57	7,23	7,87
340	5,31	6,20	7,06	7,89	8,69	9,48	4,65	5,42	6,15	6,86	7,55	8,22
360	5,53	6,46	7,35	8,22	9,06	9,89	4,84	5,64	6,40	7,15	7,87	8,57
380	5,74	6,71	7,64	8,55	9,43	10,29	5,02	5,85	6,65	7,43	8,18	8,91
400	5,95	6,96	7,93	8,88	9,79	10,69	5,20	6,07	6,90	7,71	8,49	9,26
425	6,20	7,27	8,29	9,28	10,25	11,19	5,42	6,33	7,21	8,05	8,88	9,68
450	6,46	7,57	8,64	9,68	10,69	11,69	5,64	6,59	7,51	8,39	9,26	10,10
475	6,71	7,87	8,99	10,08	11,14	12,17	5,85	6,85	7,81	8,73	9,63	10,52
500	6,96	8,17	9,34	10,47	11,58	12,66	6,07	7,11	8,10	9,07	10,01	10,93
525	7,21	8,47	9,68	10,86	12,01	13,14	6,28	7,36	8,39	9,40	10,38	11,34
550	7,45	8,76	10,02	11,25	12,44	13,62	6,49	7,61	8,68	9,73	10,75	11,74
575	7,69	9,05	10,36	11,63	12,87	14,09	6,70	7,86	8,97	10,05	11,11	12,15
600	7,93	9,34	10,69	12,01	13,30	14,56	6,90	8,10	9,26	10,38	11,47	12,55
650	8,41	9,91	11,36	12,77	14,14	15,50	7,31	8,59	9,82	11,02	12,19	13,34
700	8,88	10,47	12,01	13,51	14,98	16,42	7,71	9,07	10,38	11,65	12,90	14,12
750	9,34	11,03	12,66	14,25	15,81	17,34	8,10	9,54	10,93	12,28	13,60	14,89
800	9,79	11,58	13,30	14,98	16,63	18,24	8,49	10,01	11,47	12,90	14,29	15,66
850	10,25	12,12	13,93	15,70	17,44	19,14	8,88	10,47	12,01	13,51	14,98	16,42
900	10,69	12,66	14,56	16,42	18,24	20,03	9,26	10,93	12,55	14,12	15,66	17,18
950	11,14	13,19	15,19	17,13	19,04	20,92	9,63	11,38	13,07	14,72	16,34	17,92
1000	11,58	13,72	15,81	17,84	19,84	21,80	10,01	11,83	13,60	15,32	17,01	18,67
1100	12,44	14,77	17,03	19,24	21,41	23,55	10,75	12,72	14,64	16,51	18,34	20,14
1200	13,30	15,81	18,24	20,63	22,97	25,27	11,47	13,60	15,66	17,67	19,65	21,60
1300	14,14	16,83	19,44	22,00	24,51	26,99	12,19	14,46	16,67	18,83	20,95	23,04
1400	14,98	17,84	20,63	23,35	26,04	28,68	12,90	15,32	17,67	19,98	22,24	24,46
1500	15,81	18,84	21,80	24,70	27,55	30,37	13,60	16,17	18,67	21,11	23,51	25,88
1600	16,63	19,84	22,97	26,04	29,06	32,04	14,29	17,01	19,65	22,24	24,78	27,29
1700	17,44	20,82	24,13	27,36	30,55	33,70	14,98	17,84	20,63	23,35	26,04	28,68
1800	18,24	21,80	25,27	28,68	32,04	35,35	15,66	18,67	21,60	24,46	27,29	30,07
1900	19,04	22,77	26,42	29,99	33,52	37,00	16,34	19,49	22,56	25,57	28,53	31,45
2000	19,84	23,74	27,55	31,30	34,99	38,63	17,01	20,30	23,51	26,66	29,76	32,82
2500	23,74	28,49	33,15	37,72	42,24	46,71	20,30	24,31	28,22	32,06	35,85	39,59
3000	27,55	33,15	38,63	44,03	49,37	54,64	23,51	28,22	32,82	37,35	41,82	46,24
3500	31,30	37,72	44,03	50,25	56,39	62,48	26,66	32,06	37,35	42,56	47,70	52,79
4000	34,99	42,24	49,37	56,39	63,34	70,23	29,76	35,85	41,82	47,70	53,51	59,26
5000	42,24	51,13	59,88	68,52	77,07	85,55	35,85	43,30	50,61	57,83	64,97	72,05

Anexa I

Tabelul 7. Debitul de calcul pentru apă rece la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor sau în funcție de suma echivalenților de debit pentru : $\dot{V}_{sa}$ = *0,94* l/s·ap.; n_{oz} =*19* ore/zi și *y= 2,326* corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,60	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,16	0,17	0,19	0,21	0,22	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,2
1,0	0,15	0,17	0,2	0,22	0,23	0,25	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23
1,2	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,27	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25
1,5	0,19	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28
1,7	0,2	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,3
2,0	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,19	0,23	0,25	0,28	0,3	0,32
2,5	0,24	0,28	0,32	0,35	0,38	0,4	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37
3,0	0,27	0,31	0,35	0,38	0,42	0,45	0,24	0,28	0,31	0,35	0,37	0,4
3,5	0,29	0,33	0,38	0,42	0,45	0,48	0,26	0,3	0,34	0,37	0,41	0,44
4	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,52	0,28	0,32	0,37	0,4	0,44	0,47
5	0,35	0,40	0,46	0,50	0,55	0,59	0,31	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53
6	0,38	0,45	0,5	0,56	0,60	0,65	0,35	0,4	0,45	0,5	0,54	0,58
7	0,42	0,48	0,55	0,6	0,66	0,71	0,37	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64
8	0,45	0,52	0,59	0,65	0,71	0,76	0,40	0,47	0,53	0,58	0,64	0,68
9	0,48	0,56	0,63	0,69	0,75	0,81	0,43	0,5	0,56	0,62	0,68	0,73
10	0,50	0,59	0,66	0,73	0,80	0,86	0,45	0,53	0,6	0,66	0,72	0,77
12	0,56	0,65	0,73	0,81	0,89	0,96	0,50	0,58	0,66	0,73	0,79	0,86
14	0,60	0,71	0,80	0,89	0,97	1,04	0,54	0,64	0,72	0,79	0,87	0,93
16	0,65	0,76	0,86	0,96	1,04	1,13	0,58	0,68	0,77	0,86	0,93	1,01
18	0,69	0,81	0,92	1,02	1,12	1,21	0,62	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08
20	0,73	0,86	0,98	1,09	1,19	1,28	0,66	0,77	0,88	0,97	1,06	1,14
25	0,83	0,98	1,11	1,23	1,35	1,46	0,75	0,88	0,99	1,10	1,21	1,30
30	0,92	1,09	1,23	1,37	1,5	1,63	0,83	0,97	1,10	1,23	1,34	1,45
35	1,01	1,19	1,35	1,50	1,65	1,79	0,90	1,06	1,21	1,34	1,47	1,59
40	1,09	1,28	1,46	1,63	1,79	1,94	0,97	1,14	1,30	1,45	1,59	1,72
45	1,16	1,37	1,57	1,75	1,92	2,08	1,04	1,23	1,40	1,56	1,71	1,85
50	1,23	1,46	1,67	1,86	2,04	2,22	1,10	1,30	1,49	1,66	1,82	1,97
55	1,30	1,55	1,77	1,97	2,17	2,36	1,17	1,38	1,57	1,75	1,93	2,09
60	1,37	1,63	1,86	2,08	2,29	2,49	1,23	1,45	1,66	1,85	2,03	2,20
65	1,44	1,71	1,95	2,19	2,41	2,62	1,28	1,52	1,74	1,94	2,13	2,32
70	1,50	1,79	2,04	2,29	2,52	2,74	1,34	1,59	1,82	2,03	2,23	2,43
75	1,57	1,86	2,13	2,39	2,63	2,86	1,40	1,66	1,89	2,12	2,33	2,53
80	1,63	1,94	2,22	2,49	2,74	2,99	1,45	1,72	1,97	2,20	2,43	2,64
85	1,69	2,01	2,31	2,58	2,85	3,10	1,50	1,79	2,04	2,29	2,52	2,74

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 7 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,75	2,08	2,39	2,68	2,96	3,22	1,56	1,85	2,12	2,37	2,61	2,84
95	1,8	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34	1,61	1,91	2,19	2,45	2,70	2,94
100	1,86	2,22	2,55	2,86	3,16	3,45	1,66	1,97	2,26	2,53	2,79	3,04
110	1,97	2,36	2,71	3,05	3,36	3,67	1,75	2,09	2,40	2,69	2,97	3,23
120	2,08	2,49	2,86	3,22	3,56	3,89	1,85	2,20	2,53	2,84	3,14	3,42
130	2,19	2,62	3,02	3,39	3,75	4,10	1,94	2,32	2,66	2,99	3,31	3,61
140	2,29	2,74	3,16	3,56	3,94	4,31	2,03	2,43	2,79	3,14	3,47	3,79
150	2,39	2,86	3,31	3,73	4,13	4,52	2,12	2,53	2,92	3,28	3,63	3,97
160	2,49	2,99	3,45	3,89	4,31	4,72	2,2	2,64	3,04	3,42	3,79	4,14
170	2,58	3,10	3,59	4,05	4,49	4,92	2,29	2,74	3,16	3,56	3,94	4,31
180	2,68	3,22	3,73	4,21	4,67	5,11	2,37	2,84	3,28	3,70	4,10	4,48
190	2,77	3,34	3,86	4,36	4,84	5,31	2,45	2,94	3,40	3,83	4,25	4,65
200	2,86	3,45	4,00	4,52	5,02	5,50	2,53	3,04	3,52	3,97	4,40	4,81
220	3,05	3,67	4,26	4,82	5,35	5,87	2,69	3,23	3,74	4,23	4,69	5,14
240	3,22	3,89	4,52	5,11	5,69	6,24	2,84	3,42	3,97	4,48	4,97	5,45
260	3,39	4,10	4,77	5,40	6,01	6,61	2,99	3,61	4,18	4,73	5,26	5,76
280	3,56	4,31	5,02	5,69	6,34	6,96	3,14	3,79	4,40	4,97	5,53	6,07
300	3,73	4,52	5,26	5,97	6,65	7,32	3,28	3,97	4,61	5,22	5,8	6,37
320	3,89	4,72	5,50	6,24	6,96	7,66	3,42	4,14	4,81	5,45	6,07	6,67
340	4,05	4,92	5,73	6,52	7,27	8,01	3,56	4,31	5,02	5,69	6,34	6,96
360	4,21	5,11	5,97	6,79	7,58	8,35	3,70	4,48	5,22	5,92	6,60	7,25
380	4,36	5,31	6,2	7,05	7,88	8,68	3,83	4,65	5,41	6,15	6,85	7,54
400	4,52	5,50	6,43	7,32	8,18	9,01	3,97	4,81	5,61	6,37	7,11	7,83
425	4,71	5,73	6,71	7,64	8,55	9,43	4,13	5,02	5,85	6,65	7,43	8,18
450	4,89	5,97	6,99	7,96	8,91	9,83	4,29	5,22	6,09	6,93	7,74	8,52
475	5,08	6,20	7,26	8,28	9,27	10,24	4,45	5,41	6,33	7,20	8,05	8,87
500	5,26	6,43	7,53	8,6	9,63	10,64	4,61	5,61	6,56	7,47	8,35	9,21
525	5,44	6,65	7,8	8,91	9,99	11,03	4,76	5,8	6,79	7,74	8,65	9,55
550	5,62	6,88	8,07	9,22	10,34	11,43	4,91	5,99	7,02	8,00	8,95	9,88
575	5,79	7,10	8,34	9,53	10,69	11,82	5,07	6,18	7,25	8,26	9,25	10,21
600	5,97	7,32	8,60	9,83	11,03	12,2	5,22	6,37	7,47	8,52	9,55	10,54
650	6,31	7,75	9,12	10,44	11,72	12,97	5,51	6,74	7,91	9,04	10,13	11,20
700	6,65	8,18	9,63	11,03	12,4	13,73	5,80	7,11	8,35	9,55	10,71	11,84
750	6,99	8,6	10,14	11,62	13,07	14,48	6,09	7,47	8,78	10,05	11,28	12,48
800	7,32	9,01	10,64	12,2	13,73	15,23	6,37	7,83	9,21	10,54	11,84	13,11
850	7,64	9,43	11,13	12,78	14,39	15,96	6,65	8,18	9,63	11,03	12,4	13,73
900	7,96	9,83	11,62	13,35	15,04	16,69	6,93	8,52	10,05	11,52	12,95	14,35
950	8,28	10,24	12,11	13,92	15,69	17,42	7,20	8,87	10,46	12,00	13,50	14,96
1000	8,60	10,64	12,59	14,48	16,33	18,14	7,47	9,21	10,87	12,48	14,04	15,57
1100	9,22	11,43	13,54	15,60	17,60	19,57	8,00	9,88	11,68	13,42	15,12	16,78
1200	9,83	12,2	14,48	16,69	18,86	20,98	8,52	10,54	12,48	14,35	16,18	17,97
1300	10,44	12,97	15,41	17,78	20,10	22,37	9,04	11,20	13,26	15,27	17,23	19,15
1400	11,03	13,73	16,33	18,86	21,33	23,76	9,55	11,84	14,04	16,18	18,27	20,32
1500	11,62	14,48	17,24	19,92	22,55	25,13	10,05	12,48	14,81	17,08	19,30	21,47
1600	12,20	15,23	18,14	20,98	23,76	26,49	10,54	13,11	15,57	17,97	20,32	22,62
1700	12,78	15,96	19,03	22,03	24,96	27,84	11,03	13,73	16,33	18,86	21,33	23,76
1800	13,35	16,69	19,92	23,07	26,15	29,19	11,52	14,35	17,08	19,73	22,33	24,89
1900	13,92	17,42	20,80	24,10	27,34	30,52	12,00	14,96	17,82	20,61	23,33	26,01
2000	14,48	18,14	21,68	25,13	28,51	31,85	12,48	15,57	18,56	21,47	24,32	27,13
2500	17,24	21,68	25,98	30,19	34,32	38,4	14,81	18,56	22,19	25,73	29,21	32,63
3000	19,92	25,13	30,19	35,14	40,02	44,83	17,08	21,47	25,73	29,89	33,98	38,02
3500	22,55	28,51	34,32	40,02	45,63	51,17	19,30	24,32	29,21	33,98	38,69	43,33
4000	25,13	31,85	38,40	44,83	51,17	57,43	21,47	27,13	32,63	38,02	43,33	48,57
5000	30,19	38,40	46,42	54,31	62,09	69,79	25,73	32,63	39,35	45,95	52,46	58,90

Anexa I

Tabelul 8. Debitul de calcul pentru apă rece la construcții de locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru:
$\dot{V}_{sa}$ = 0,57 l/s·ap.; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,054
corespunzător unui grad de asigurare de 98%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,50	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
0,60	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,23	0,15	0,16	0,17	0,19	0,2	0,21
0,80	0,18	0,2	0,22	0,24	0,26	0,27	0,16	0,18	0,2	0,22	0,23	0,25
1,0	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
1,2	0,22	0,25	0,27	0,3	0,32	0,34	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31
1,5	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,22	0,25	0,28	0,3	0,32	0,34
1,7	0,26	0,3	0,33	0,36	0,38	0,41	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37
2	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,4
2,5	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,29	0,33	0,36	0,40	0,43	0,45
3,0	0,36	0,40	0,45	0,49	0,52	0,56	0,32	0,36	0,40	0,44	0,47	0,50
3,5	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,35	0,40	0,44	0,47	0,51	0,55
4	0,42	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59
5	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66
6	0,52	0,59	0,65	0,71	0,77	0,82	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74
7	0,57	0,64	0,71	0,78	0,84	0,90	0,51	0,58	0,64	0,70	0,75	0,80
8	0,61	0,69	0,77	0,84	0,91	0,97	0,55	0,62	0,69	0,75	0,81	0,87
9	0,65	0,74	0,82	0,9	0,97	1,04	0,59	0,66	0,74	0,8	0,87	0,93
10	0,69	0,79	0,87	0,96	1,03	1,11	0,62	0,71	0,78	0,85	0,92	0,99
12	0,77	0,87	0,97	1,06	1,15	1,23	0,69	0,78	0,87	0,95	1,03	1,10
14	0,84	0,96	1,06	1,16	1,26	1,35	0,75	0,85	0,95	1,04	1,12	1,20
16	0,91	1,03	1,15	1,26	1,36	1,46	0,81	0,92	1,03	1,12	1,21	1,30
18	0,97	1,11	1,23	1,35	1,46	1,57	0,87	0,99	1,10	1,20	1,3	1,40
20	1,03	1,18	1,31	1,44	1,56	1,68	0,92	1,05	1,17	1,28	1,39	1,49
25	1,18	1,34	1,5	1,65	1,79	1,93	1,05	1,2	1,34	1,47	1,59	1,71
30	1,31	1,50	1,68	1,85	2,01	2,16	1,17	1,34	1,49	1,64	1,78	1,91
35	1,44	1,65	1,85	2,04	2,22	2,39	1,28	1,47	1,64	1,80	1,96	2,11
40	1,56	1,79	2,01	2,22	2,41	2,60	1,39	1,59	1,78	1,96	2,13	2,30
45	1,68	1,93	2,16	2,39	2,60	2,81	1,49	1,71	1,91	2,11	2,3	2,48
50	1,79	2,06	2,32	2,56	2,79	3,02	1,59	1,82	2,05	2,26	2,46	2,65
55	1,90	2,19	2,46	2,72	2,97	3,21	1,69	1,94	2,17	2,40	2,62	2,83
60	2,01	2,32	2,60	2,88	3,15	3,41	1,78	2,05	2,30	2,54	2,77	2,99
65	2,11	2,44	2,74	3,04	3,32	3,60	1,87	2,15	2,42	2,67	2,92	3,16
70	2,22	2,56	2,88	3,19	3,49	3,78	1,96	2,26	2,54	2,81	3,07	3,32
75	2,32	2,67	3,02	3,34	3,66	3,96	2,05	2,36	2,65	2,94	3,21	3,47
80	2,41	2,79	3,15	3,49	3,82	4,14	2,13	2,46	2,77	3,07	3,35	3,63
85	2,51	2,90	3,28	3,64	3,98	4,32	2,22	2,56	2,88	3,19	3,49	3,78

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte)

Anexa I

Tabelul 8 (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,60	3,02	3,41	3,78	4,14	4,50	2,30	2,65	2,99	3,32	3,63	3,93
95	2,70	3,13	3,53	3,92	4,30	4,67	2,38	2,75	3,10	3,44	3,76	4,08
100	2,79	3,23	3,66	4,06	4,46	4,84	2,46	2,84	3,21	3,56	3,90	4,23
110	2,97	3,45	3,90	4,34	4,76	5,18	2,62	3,03	3,42	3,80	4,16	4,52
120	3,15	3,66	4,14	4,61	5,06	5,51	2,77	3,21	3,63	4,03	4,42	4,80
130	3,32	3,86	4,38	4,88	5,36	5,83	2,92	3,39	3,83	4,26	4,67	5,08
140	3,49	4,06	4,61	5,14	5,65	6,15	3,07	3,56	4,03	4,48	4,92	5,35
150	3,66	4,26	4,84	5,40	5,94	6,47	3,21	3,73	4,23	4,71	5,17	5,62
160	3,82	4,46	5,06	5,65	6,22	6,78	3,35	3,90	4,42	4,92	5,41	5,89
170	3,98	4,65	5,29	5,90	6,50	7,09	3,49	4,06	4,61	5,14	5,65	6,15
180	4,14	4,84	5,51	6,15	6,78	7,39	3,63	4,23	4,80	5,35	5,89	6,41
190	4,30	5,03	5,72	6,40	7,05	7,69	3,76	4,39	4,99	5,56	6,12	6,67
200	4,46	5,21	5,94	6,64	7,32	7,99	3,90	4,55	5,17	5,77	6,35	6,92
220	4,76	5,58	6,36	7,12	7,86	8,58	4,16	4,86	5,53	6,18	6,81	7,43
240	5,06	5,94	6,78	7,59	8,39	9,17	4,42	5,17	5,89	6,58	7,26	7,92
260	5,36	6,29	7,19	8,06	8,91	9,74	4,67	5,47	6,24	6,98	7,70	8,41
280	5,65	6,64	7,59	8,52	9,42	10,31	4,92	5,77	6,58	7,37	8,14	8,89
300	5,94	6,98	7,99	8,97	9,93	10,87	5,17	6,06	6,92	7,76	8,57	9,37
320	6,22	7,32	8,39	9,42	10,43	11,43	5,41	6,35	7,26	8,14	9,00	9,84
340	6,50	7,66	8,78	9,87	10,93	11,98	5,65	6,64	7,59	8,52	9,42	10,31
360	6,78	7,99	9,17	10,31	11,43	12,52	5,89	6,92	7,92	8,89	9,84	10,77
380	7,05	8,32	9,55	10,75	11,92	13,06	6,12	7,20	8,25	9,26	10,26	11,23
400	7,32	8,65	9,93	11,18	12,40	13,60	6,35	7,48	8,57	9,63	10,67	11,69
425	7,66	9,05	10,40	11,72	13,00	14,27	6,64	7,83	8,97	10,09	11,18	12,25
450	7,99	9,45	10,87	12,25	13,6	14,93	6,92	8,17	9,37	10,54	11,69	12,81
475	8,32	9,85	11,33	12,78	14,20	15,59	7,20	8,51	9,76	10,99	12,19	13,37
500	8,65	10,25	11,79	13,30	14,79	16,24	7,48	8,84	10,15	11,43	12,69	13,92
525	8,97	10,64	12,25	13,83	15,37	16,89	7,76	9,17	10,54	11,87	13,18	14,47
550	9,29	11,02	12,70	14,34	15,95	17,54	8,03	9,50	10,92	12,31	13,67	15,01
575	9,61	11,41	13,15	14,86	16,53	18,18	8,30	9,83	11,31	12,75	14,16	15,55
600	9,93	11,79	13,60	15,37	17,11	18,82	8,57	10,15	11,69	13,18	14,65	16,09
650	10,56	12,55	14,49	16,39	18,25	20,09	9,11	10,80	12,44	14,04	15,61	17,16
700	11,18	13,30	15,37	17,40	19,39	21,35	9,63	11,43	13,18	14,89	16,57	18,22
750	11,79	14,05	16,24	18,39	20,51	22,6	10,15	12,06	13,92	15,73	17,51	19,27
800	12,4	14,79	17,11	19,39	21,63	23,84	10,67	12,69	14,65	16,57	18,45	20,31
850	13,00	15,52	17,97	20,37	22,73	25,07	11,18	13,30	15,37	17,4	19,39	21,35
900	13,60	16,24	18,82	21,35	23,84	26,29	11,69	13,92	16,09	18,22	20,31	22,38
950	14,20	16,97	19,67	22,32	24,93	27,51	12,19	14,53	16,8	19,04	21,23	23,4
1000	14,79	17,68	20,51	23,29	26,02	28,72	12,69	15,13	17,51	19,85	22,15	24,42
1100	15,95	19,10	22,18	25,2	28,18	31,13	13,67	16,33	18,92	21,46	23,96	26,43
1200	17,11	20,51	23,84	27,1	30,33	33,51	14,65	17,51	20,31	23,06	25,76	28,44
1300	18,25	21,90	25,48	28,99	32,45	35,88	15,61	18,69	21,69	24,64	27,55	30,42
1400	19,39	23,29	27,1	30,86	34,57	38,24	16,57	19,85	23,06	26,21	29,32	32,39
1500	20,51	24,66	28,72	32,72	36,67	40,58	17,51	21,00	24,42	27,77	31,08	34,35
1600	21,63	26,02	30,33	34,57	38,76	42,9	18,45	22,15	25,76	29,32	32,83	36,30
1700	22,73	27,37	31,92	36,41	40,83	45,22	19,39	23,29	27,10	30,86	34,57	38,24
1800	23,84	28,72	33,51	38,24	42,9	47,53	20,31	24,42	28,44	32,39	36,3	40,16
1900	24,93	30,06	35,09	40,06	44,96	49,82	21,23	25,54	29,76	33,92	38,02	42,08
2000	26,02	31,39	36,67	41,87	47,01	52,11	22,15	26,66	31,08	35,43	39,74	43,99
2500	31,39	37,97	44,45	50,84	57,17	63,44	26,66	32,17	37,59	42,93	48,22	53,45
3000	36,67	44,45	52,11	59,68	67,18	74,62	31,08	37,59	43,99	50,32	56,57	62,78
3500	41,87	50,84	59,68	68,43	77,09	85,70	35,43	42,93	50,32	57,61	64,84	72,00
4000	47,01	57,17	67,18	77,09	86,92	96,68	39,74	48,22	56,57	64,84	73,02	81,15
5000	57,17	69,67	82,02	94,25	106,39	118,45	48,22	58,65	68,94	79,12	89,22	99,26

Anexa I

Tabelul 9. Debitul de calcul pentru apă rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,74 l/s·ap.; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,054 corespunzător unui grad de asigurare de 98%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	170 l/zi.pers.						140 l/zi.pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,60	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
0,80	0,15	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
1,0	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
1,2	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,29	0,17	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27
1,5	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
1,7	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,35	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32
2,0	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35
2,5	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39
3,0	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43
3,5	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47
4	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,33	0,37	0,41	0,44	0,48	0,51
5	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,64	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,57
6	0,45	0,51	0,57	0,62	0,66	0,71	0,41	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64
7	0,49	0,56	0,62	0,67	0,72	0,77	0,44	0,50	0,55	0,60	0,65	0,69
8	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70	0,75
9	0,57	0,64	0,71	0,77	0,84	0,89	0,51	0,57	0,64	0,69	0,75	0,80
10	0,60	0,68	0,75	0,82	0,89	0,95	0,54	0,61	0,67	0,74	0,79	0,85
12	0,66	0,75	0,84	0,91	0,99	1,06	0,60	0,67	0,75	0,82	0,88	0,94
14	0,72	0,82	0,91	1,00	1,08	1,16	0,65	0,74	0,82	0,89	0,96	1,03
16	0,78	0,89	0,99	1,08	1,17	1,25	0,70	0,79	0,88	0,96	1,04	1,12
18	0,84	0,95	1,06	1,16	1,25	1,34	0,75	0,85	0,94	1,03	1,12	1,20
20	0,89	1,01	1,12	1,23	1,33	1,43	0,79	0,90	1,00	1,10	1,19	1,27
25	1,01	1,15	1,28	1,41	1,53	1,64	0,90	1,03	1,14	1,25	1,36	1,46
30	1,12	1,28	1,43	1,57	1,71	1,84	1,00	1,14	1,27	1,40	1,52	1,63
35	1,23	1,41	1,57	1,73	1,88	2,02	1,10	1,25	1,40	1,53	1,67	1,79
40	1,33	1,53	1,71	1,88	2,04	2,20	1,19	1,36	1,52	1,67	1,81	1,95
45	1,43	1,64	1,84	2,02	2,20	2,37	1,27	1,46	1,63	1,79	1,95	2,10
50	1,53	1,75	1,96	2,16	2,36	2,54	1,36	1,55	1,74	1,91	2,08	2,24
55	1,62	1,86	2,08	2,30	2,50	2,70	1,44	1,65	1,84	2,03	2,21	2,38
60	1,71	1,96	2,20	2,43	2,65	2,86	1,52	1,74	1,95	2,15	2,34	2,52
65	1,79	2,06	2,32	2,56	2,79	3,02	1,59	1,83	2,05	2,26	2,46	2,66
70	1,88	2,16	2,43	2,69	2,93	3,17	1,67	1,91	2,15	2,37	2,58	2,79
75	1,96	2,26	2,54	2,81	3,07	3,32	1,74	2,00	2,24	2,48	2,70	2,92
80	2,04	2,36	2,65	2,93	3,20	3,47	1,81	2,08	2,34	2,58	2,82	3,05
85	2,12	2,45	2,76	3,05	3,34	3,61	1,88	2,16	2,43	2,69	2,93	3,17

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 9 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,20	2,54	2,86	3,17	3,47	3,76	1,95	2,24	2,52	2,79	3,05	3,29
95	2,28	2,63	2,97	3,29	3,60	3,90	2,01	2,32	2,61	2,89	3,16	3,42
100	2,36	2,72	3,07	3,40	3,72	4,04	2,08	2,40	2,70	2,99	3,27	3,54
110	2,50	2,90	3,27	3,63	3,97	4,31	2,21	2,55	2,88	3,18	3,48	3,77
120	2,65	3,07	3,47	3,85	4,22	4,58	2,34	2,70	3,05	3,38	3,69	4,00
130	2,79	3,24	3,66	4,07	4,46	4,84	2,46	2,85	3,21	3,56	3,90	4,23
140	2,93	3,40	3,85	4,28	4,70	5,10	2,58	2,99	3,38	3,75	4,11	4,45
150	3,07	3,56	4,04	4,49	4,93	5,36	2,70	3,13	3,54	3,93	4,31	4,67
160	3,20	3,72	4,22	4,70	5,16	5,61	2,82	3,27	3,69	4,11	4,50	4,89
170	3,34	3,88	4,40	4,90	5,39	5,86	2,93	3,40	3,85	4,28	4,70	5,10
180	3,47	4,04	4,58	5,10	5,61	6,11	3,05	3,54	4,00	4,45	4,89	5,31
190	3,60	4,19	4,76	5,30	5,83	6,35	3,16	3,67	4,16	4,63	5,08	5,52
200	3,72	4,34	4,93	5,50	6,05	6,59	3,27	3,80	4,31	4,79	5,27	5,73
220	3,97	4,64	5,27	5,89	6,49	7,07	3,48	4,05	4,60	5,13	5,64	6,14
240	4,22	4,93	5,61	6,27	6,91	7,54	3,69	4,31	4,89	5,45	6,00	6,54
260	4,46	5,22	5,94	6,65	7,33	8,00	3,90	4,55	5,17	5,78	6,36	6,93
280	4,70	5,50	6,27	7,02	7,75	8,46	4,11	4,79	5,45	6,09	6,71	7,32
300	4,93	5,78	6,59	7,38	8,15	8,91	4,31	5,03	5,73	6,40	7,06	7,70
320	5,16	6,05	6,91	7,75	8,56	9,35	4,50	5,27	6,00	6,71	7,41	8,08
340	5,39	6,33	7,23	8,10	8,96	9,79	4,70	5,50	6,27	7,02	7,75	8,46
360	5,61	6,59	7,54	8,46	9,35	10,23	4,89	5,73	6,54	7,32	8,08	8,83
380	5,83	6,86	7,85	8,81	9,75	10,67	5,08	5,96	6,80	7,62	8,42	9,20
400	6,05	7,12	8,15	9,16	10,14	11,10	5,27	6,18	7,06	7,91	8,75	9,56
425	6,33	7,45	8,53	9,59	10,62	11,63	5,50	6,46	7,38	8,28	9,16	10,01
450	6,59	7,77	8,91	10,01	11,10	12,16	5,73	6,73	7,70	8,64	9,56	10,46
475	6,86	8,09	9,28	10,44	11,57	12,68	5,96	7,01	8,02	9,00	9,96	10,91
500	7,12	8,41	9,65	10,86	12,04	13,20	6,18	7,28	8,33	9,36	10,36	11,35
525	7,38	8,72	10,01	11,27	12,51	13,72	6,40	7,54	8,64	9,71	10,76	11,79
550	7,64	9,03	10,38	11,69	12,97	14,23	6,63	7,81	8,95	10,06	11,15	12,22
575	7,90	9,34	10,74	12,10	13,43	14,75	6,84	8,07	9,26	10,41	11,54	12,65
600	8,15	9,65	11,10	12,51	13,89	15,25	7,06	8,33	9,56	10,76	11,93	13,08
650	8,66	10,26	11,81	13,32	14,80	16,26	7,49	8,85	10,16	11,44	12,70	13,93
700	9,16	10,86	12,51	14,12	15,70	17,26	7,91	9,36	10,76	12,12	13,46	14,78
750	9,65	11,45	13,20	14,92	16,60	18,25	8,33	9,86	11,35	12,80	14,21	15,61
800	10,14	12,04	13,89	15,70	17,48	19,23	8,75	10,36	11,93	13,46	14,96	16,44
850	10,62	12,62	14,58	16,48	18,36	20,21	9,16	10,86	12,51	14,12	15,70	17,26
900	11,10	13,20	15,25	17,26	19,23	21,18	9,56	11,35	13,08	14,78	16,44	18,08
950	11,57	13,78	15,93	18,03	20,10	22,14	9,96	11,83	13,65	15,43	17,17	18,89
1000	12,04	14,35	16,60	18,80	20,96	23,10	10,36	12,32	14,21	16,07	17,90	19,69
1100	12,97	15,48	17,92	20,32	22,67	25,00	11,15	13,27	15,33	17,35	19,34	21,29
1200	13,89	16,60	19,23	21,82	24,37	26,88	11,93	14,21	16,44	18,62	20,76	22,87
1300	14,80	17,70	20,53	23,31	26,05	28,75	12,70	15,15	17,53	19,87	22,17	24,44
1400	15,70	18,80	21,82	24,79	27,72	30,61	13,46	16,07	18,62	21,11	23,57	26,00
1500	16,60	19,88	23,10	26,26	29,37	32,45	14,21	16,99	19,69	22,35	24,96	27,55
1600	17,48	20,96	24,37	27,72	31,02	34,28	14,96	17,90	20,76	23,57	26,34	29,08
1700	18,36	22,03	25,63	29,17	32,65	36,10	15,70	18,80	21,82	24,79	27,72	30,61
1800	19,23	23,10	26,88	30,61	34,28	37,92	16,44	19,69	22,87	26,00	29,08	32,13
1900	20,10	24,16	28,13	32,04	35,90	39,72	17,17	20,58	23,92	27,20	30,44	33,64
2000	20,96	25,21	29,37	33,47	37,52	41,52	17,90	21,47	24,96	28,40	31,79	35,14
2500	25,21	30,40	35,50	40,52	45,49	50,41	21,47	25,83	30,10	34,31	38,46	42,57
3000	29,37	35,50	41,52	47,46	53,34	59,17	24,96	30,10	35,14	40,11	45,02	49,89
3500	33,47	40,52	47,46	54,32	61,11	67,84	28,40	34,31	40,11	45,84	51,50	57,12
4000	37,52	45,49	53,34	61,11	68,80	76,43	31,79	38,46	45,02	51,50	57,92	64,28
5000	45,49	55,29	64,96	74,52	84,01	93,42	38,46	46,65	54,72	62,69	70,60	78,44

Anexa I

Tabelul 10. Debitul de calcul pentru apă rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă,numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilorpentru : $\dot{V}_{sa}$ = *0,84* l/s·ap.; n_{oz} =*19* ore/zi și *y*= *2,054* corespunzător unui grad de asigurare de 98%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	170 l/zi·pers.						140 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,60	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
1,0	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23
1,2	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25
1,5	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,18	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28
1,7	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
2,0	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,36	0,21	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33
2,5	0,26	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37
3,0	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,26	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41
3,5	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44
4	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47
5	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,60	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,54
6	0,42	0,48	0,53	0,57	0,62	0,66	0,38	0,43	0,47	0,51	0,56	0,59
7	0,46	0,52	0,57	0,63	0,67	0,72	0,41	0,47	0,52	0,55	0,60	0,65
8	0,49	0,56	0,62	0,67	0,73	0,78	0,44	0,50	0,56	0,59	0,65	0,70
9	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,83	0,47	0,54	0,59	0,63	0,70	0,74
0	0,56	0,63	0,70	0,76	0,82	0,88	0,50	0,57	0,63	0,67	0,74	0,79
12	0,62	0,70	0,78	0,85	0,92	0,98	0,56	0,63	0,70	0,74	0,82	0,88
14	0,67	0,76	0,85	0,93	1,00	1,07	0,60	0,69	0,76	0,81	0,90	0,96
16	0,73	0,82	0,92	1,00	1,08	1,16	0,65	0,74	0,82	0,88	0,97	1,04
18	0,78	0,88	0,98	1,07	1,16	1,25	0,70	0,79	0,88	0,94	1,04	1,11
20	0,82	0,94	1,04	1,14	1,24	1,33	0,74	0,84	0,93	0,99	1,10	1,18
25	0,94	1,07	1,19	1,30	1,41	1,52	0,84	0,95	1,06	1,13	1,26	1,35
30	1,04	1,19	1,33	1,46	1,58	1,70	0,93	1,06	1,18	1,26	1,40	1,51
35	1,14	1,30	1,46	1,60	1,74	1,87	1,02	1,16	1,29	1,38	1,54	1,66
40	1,24	1,41	1,58	1,74	1,89	2,03	1,10	1,26	1,40	1,49	1,67	1,80
45	1,33	1,52	1,70	1,87	2,03	2,19	1,18	1,35	1,51	1,60	1,80	1,94
50	1,41	1,62	1,81	2,00	2,17	2,34	1,26	1,44	1,61	1,71	1,92	2,07
55	1,50	1,72	1,92	2,12	2,31	2,49	1,33	1,52	1,70	1,81	2,04	2,20
60	1,58	1,81	2,03	2,24	2,44	2,63	1,40	1,61	1,80	1,91	2,16	2,32
65	1,66	1,91	2,14	2,36	2,57	2,78	1,47	1,69	1,89	2,00	2,27	2,45
70	1,74	2,00	2,24	2,47	2,70	2,91	1,54	1,77	1,98	2,10	2,38	2,57
75	1,81	2,08	2,34	2,59	2,82	3,05	1,61	1,85	2,07	2,19	2,49	2,69
80	1,89	2,17	2,44	2,70	2,95	3,19	1,67	1,92	2,16	2,28	2,59	2,80
85	1,96	2,26	2,54	2,81	3,07	3,32	1,74	2,00	2,24	2,37	2,70	2,91

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 10 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,03	2,34	2,63	2,91	3,19	3,45	1,80	2,07	2,32	2,46	2,80	3,03
95	2,10	2,42	2,73	3,02	3,30	3,57	1,86	2,14	2,41	2,54	2,90	3,14
100	2,17	2,51	2,82	3,13	3,42	3,70	1,92	2,21	2,49	2,63	3,00	3,25
110	2,31	2,67	3,01	3,33	3,65	3,95	2,04	2,35	2,65	2,79	3,20	3,46
120	2,44	2,82	3,19	3,53	3,87	4,19	2,16	2,49	2,80	2,96	3,39	3,67
130	2,57	2,98	3,36	3,73	4,09	4,43	2,27	2,62	2,95	3,11	3,58	3,88
140	2,70	3,13	3,53	3,92	4,30	4,67	2,38	2,75	3,10	3,27	3,76	4,08
150	2,82	3,27	3,70	4,11	4,51	4,90	2,49	2,88	3,25	3,42	3,95	4,28
160	2,95	3,42	3,87	4,30	4,72	5,13	2,59	3,00	3,39	3,57	4,12	4,47
170	3,07	3,56	4,03	4,49	4,93	5,35	2,70	3,13	3,53	3,72	4,30	4,67
180	3,19	3,70	4,19	4,67	5,13	5,58	2,80	3,25	3,67	3,86	4,47	4,86
190	3,30	3,84	4,35	4,85	5,33	5,80	2,90	3,37	3,81	4,00	4,65	5,05
200	3,42	3,98	4,51	5,03	5,53	6,01	3,00	3,49	3,95	4,14	4,82	5,23
220	3,65	4,25	4,82	5,38	5,92	6,44	3,20	3,72	4,21	4,42	5,15	5,60
240	3,87	4,51	5,13	5,72	6,30	6,87	3,39	3,95	4,47	4,69	5,48	5,96
260	4,09	4,77	5,43	6,06	6,68	7,28	3,58	4,17	4,73	4,96	5,80	6,32
280	4,30	5,03	5,72	6,40	7,05	7,69	3,76	4,39	4,99	5,22	6,12	6,67
300	4,51	5,28	6,01	6,73	7,42	8,10	3,95	4,60	5,23	5,48	6,44	7,01
320	4,72	5,53	6,30	7,05	7,78	8,50	4,12	4,82	5,48	5,73	6,75	7,36
340	4,93	5,77	6,59	7,38	8,14	8,90	4,30	5,03	5,72	5,98	7,05	7,69
360	5,13	6,01	6,87	7,69	8,50	9,29	4,47	5,23	5,96	6,23	7,36	8,03
380	5,33	6,25	7,15	8,01	8,85	9,68	4,65	5,44	6,20	6,48	7,66	8,36
400	5,53	6,49	7,42	8,32	9,20	10,07	4,82	5,64	6,44	6,72	7,95	8,69
425	5,77	6,79	7,76	8,71	9,64	10,54	5,03	5,89	6,73	7,02	8,32	9,09
450	6,01	7,08	8,10	9,09	10,07	11,02	5,23	6,14	7,01	7,31	8,69	9,50
475	6,25	7,36	8,43	9,47	10,49	11,49	5,44	6,39	7,30	7,61	9,05	9,90
500	6,49	7,65	8,77	9,85	10,91	11,96	5,64	6,63	7,58	7,90	9,41	10,29
525	6,73	7,93	9,09	10,23	11,33	12,42	5,84	6,87	7,86	8,18	9,76	10,68
550	6,96	8,21	9,42	10,60	11,75	12,88	6,04	7,11	8,14	8,47	10,12	11,07
575	7,19	8,49	9,74	10,97	12,16	13,34	6,24	7,35	8,41	8,75	10,47	11,46
600	7,42	8,77	10,07	11,33	12,57	13,79	6,44	7,58	8,69	9,03	10,82	11,85
650	7,87	9,31	10,70	12,06	13,39	14,70	6,82	8,05	9,23	9,59	11,51	12,61
700	8,32	9,85	11,33	12,78	14,20	15,59	7,20	8,51	9,76	10,14	12,19	13,37
750	8,77	10,39	11,96	13,49	15,00	16,48	7,58	8,96	10,29	10,68	12,86	14,11
800	9,20	10,91	12,57	14,20	15,79	17,36	7,95	9,41	10,82	11,21	13,53	14,86
850	9,64	11,44	13,19	14,90	16,57	18,23	8,32	9,85	11,33	11,74	14,20	15,59
900	10,07	11,96	13,79	15,59	17,36	19,09	8,69	10,29	11,85	12,27	14,86	16,32
950	10,49	12,47	14,40	16,28	18,13	19,95	9,05	10,73	12,36	12,79	15,51	17,05
1000	10,91	12,98	15,00	16,97	18,90	20,81	9,41	11,16	12,86	13,31	16,16	17,77
1100	11,75	14,00	16,18	18,32	20,43	22,51	10,12	12,02	13,87	14,33	17,45	19,19
1200	12,57	15,00	17,36	19,67	21,94	24,19	10,82	12,86	14,86	15,34	18,72	20,61
1300	13,39	15,99	18,52	21,00	23,44	25,85	11,51	13,70	15,83	16,34	19,98	22,01
1400	14,20	16,97	19,67	22,32	24,93	27,51	12,19	14,53	16,80	17,33	21,23	23,40
1500	15,00	17,94	20,81	23,63	26,41	29,15	12,86	15,35	17,77	18,31	22,47	24,78
1600	15,79	18,90	21,94	24,93	27,87	30,78	13,53	16,16	18,72	19,28	23,71	26,15
1700	16,57	19,86	23,07	26,22	29,33	32,41	14,20	16,97	19,67	20,25	24,93	27,51
1800	17,36	20,81	24,19	27,51	30,78	34,02	14,86	17,77	20,61	21,21	26,15	28,86
1900	18,13	21,75	25,30	28,79	32,23	35,63	15,51	18,56	21,54	22,16	27,36	30,21
2000	18,90	22,69	26,41	30,06	33,66	37,23	16,16	19,35	22,47	23,10	28,56	31,55
2500	22,69	27,33	31,87	36,34	40,76	45,14	19,35	23,24	27,06	27,76	34,51	38,17
3000	26,41	31,87	37,23	42,52	47,74	52,93	22,47	27,06	31,55	32,32	40,35	44,68
3500	30,06	36,34	42,52	48,61	54,64	60,62	25,54	30,80	35,97	36,81	46,11	51,10
4000	33,66	40,76	47,74	54,64	61,47	68,25	28,56	34,51	40,35	41,24	51,81	57,46
5000	40,76	49,48	58,07	66,56	74,98	83,33	34,51	41,79	48,97	49,96	63,07	70,03

Anexa I

Tabelul 11. Debitul de calcul pentru apă rece la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = *0,94* l/s·ap.; n_{az} =*19* ore/zi și *y= 2,054* corespunzător unui grad de asigurare de 98%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	170 l/zi·pers.						140 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16
0,60	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20
1,0	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23
1,2	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,17	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25
1,5	0,21	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28
1,7	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30
2,0	0,25	0,27	0,30	0,32	0,34	0,36	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32
2,5	0,28	0,31	0,34	0,36	0,38	0,41	0,25	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37
3,0	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40
3,5	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44
4	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,47
5	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,59	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53
6	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,40	0,45	0,48	0,52	0,56	0,59
7	0,49	0,54	0,59	0,63	0,68	0,72	0,44	0,48	0,53	0,57	0,61	0,64
8	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,77	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65	0,69
9	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,83	0,50	0,56	0,61	0,65	0,70	0,74
10	0,59	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79
12	0,66	0,73	0,80	0,86	0,92	0,98	0,59	0,65	0,71	0,77	0,82	0,87
14	0,72	0,80	0,87	0,94	1,00	1,07	0,64	0,71	0,78	0,84	0,90	0,95
16	0,77	0,86	0,94	1,01	1,09	1,16	0,69	0,77	0,84	0,91	0,97	1,03
18	0,83	0,92	1,00	1,09	1,16	1,24	0,74	0,82	0,90	0,97	1,04	1,11
20	0,88	0,98	1,07	1,16	1,24	1,32	0,79	0,87	0,95	1,03	1,11	1,18
25	1,00	1,11	1,22	1,32	1,42	1,51	0,89	0,99	1,09	1,18	1,26	1,34
30	1,11	1,24	1,36	1,47	1,58	1,69	0,99	1,11	1,21	1,31	1,41	1,50
35	1,22	1,36	1,49	1,62	1,74	1,86	1,09	1,21	1,33	1,44	1,55	1,65
40	1,32	1,47	1,62	1,76	1,89	2,02	1,18	1,31	1,44	1,56	1,68	1,79
45	1,42	1,58	1,74	1,89	2,04	2,18	1,26	1,41	1,55	1,68	1,80	1,93
50	1,51	1,69	1,86	2,02	2,18	2,33	1,34	1,50	1,65	1,79	1,93	2,06
55	1,60	1,79	1,97	2,15	2,32	2,48	1,42	1,59	1,75	1,90	2,05	2,19
60	1,69	1,89	2,09	2,27	2,45	2,62	1,50	1,68	1,85	2,01	2,16	2,31
65	1,78	1,99	2,19	2,39	2,58	2,76	1,58	1,76	1,94	2,11	2,28	2,44
70	1,86	2,09	2,30	2,51	2,71	2,90	1,65	1,85	2,03	2,21	2,39	2,56
75	1,94	2,18	2,41	2,62	2,83	3,04	1,72	1,93	2,12	2,31	2,50	2,67
80	2,02	2,27	2,51	2,74	2,96	3,17	1,79	2,01	2,21	2,41	2,60	2,79
85	2,10	2,36	2,61	2,85	3,08	3,30	1,86	2,09	2,30	2,51	2,71	2,90

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 11 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,18	2,45	2,71	2,96	3,20	3,43	1,93	2,16	2,39	2,60	2,81	3,01
95	2,26	2,54	2,81	3,06	3,31	3,56	1,99	2,24	2,47	2,70	2,91	3,12
100	2,33	2,62	2,90	3,17	3,43	3,68	2,06	2,31	2,56	2,79	3,01	3,23
110	2,48	2,79	3,09	3,38	3,66	3,93	2,19	2,46	2,72	2,97	3,21	3,45
120	2,62	2,96	3,27	3,58	3,88	4,17	2,31	2,60	2,88	3,15	3,40	3,65
130	2,76	3,12	3,46	3,78	4,10	4,41	2,44	2,74	3,04	3,32	3,59	3,86
140	2,90	3,27	3,63	3,98	4,32	4,65	2,56	2,88	3,19	3,49	3,78	4,06
150	3,04	3,43	3,81	4,17	4,53	4,88	2,67	3,01	3,34	3,65	3,96	4,26
160	3,17	3,58	3,98	4,36	4,74	5,10	2,79	3,15	3,49	3,82	4,14	4,45
170	3,30	3,73	4,15	4,55	4,94	5,33	2,90	3,27	3,63	3,98	4,32	4,65
180	3,43	3,88	4,32	4,74	5,15	5,55	3,01	3,40	3,78	4,14	4,49	4,84
190	3,56	4,03	4,48	4,92	5,35	5,77	3,12	3,53	3,92	4,30	4,66	5,02
200	3,68	4,17	4,65	5,10	5,55	5,98	3,23	3,65	4,06	4,45	4,84	5,21
220	3,93	4,46	4,97	5,46	5,94	6,41	3,45	3,90	4,34	4,76	5,17	5,57
240	4,17	4,74	5,28	5,81	6,33	6,83	3,65	4,14	4,61	5,06	5,50	5,93
260	4,41	5,01	5,59	6,16	6,71	7,25	3,86	4,38	4,87	5,36	5,83	6,29
280	4,65	5,28	5,90	6,50	7,08	7,65	4,06	4,61	5,13	5,65	6,15	6,63
300	4,88	5,55	6,20	6,83	7,45	8,06	4,26	4,84	5,39	5,93	6,46	6,98
320	5,10	5,81	6,50	7,16	7,82	8,46	4,45	5,06	5,65	6,22	6,77	7,32
340	5,33	6,07	6,79	7,49	8,18	8,85	4,65	5,28	5,90	6,50	7,08	7,65
360	5,55	6,33	7,08	7,82	8,53	9,24	4,84	5,50	6,15	6,77	7,39	7,99
380	5,77	6,58	7,37	8,14	8,89	9,63	5,02	5,72	6,39	7,05	7,69	8,31
400	5,98	6,83	7,65	8,46	9,24	10,01	5,21	5,93	6,63	7,32	7,99	8,64
425	6,25	7,14	8,01	8,85	9,68	10,49	5,44	6,20	6,94	7,65	8,36	9,05
450	6,52	7,45	8,36	9,24	10,11	10,96	5,66	6,46	7,23	7,99	8,72	9,45
475	6,78	7,75	8,70	9,63	10,53	11,43	5,89	6,72	7,53	8,31	9,09	9,84
500	7,04	8,06	9,05	10,01	10,96	11,89	6,11	6,98	7,82	8,64	9,45	10,24
525	7,30	8,36	9,39	10,39	11,38	12,35	6,33	7,23	8,11	8,96	9,80	10,63
550	7,55	8,65	9,72	10,77	11,80	12,81	6,55	7,49	8,40	9,29	10,16	11,01
575	7,81	8,95	10,06	11,15	12,21	13,26	6,76	7,74	8,68	9,60	10,51	11,40
600	8,06	9,24	10,39	11,52	12,63	13,72	6,98	7,99	8,96	9,92	10,86	11,78
650	8,55	9,82	11,05	12,26	13,45	14,61	7,40	8,48	9,53	10,55	11,55	12,54
700	9,05	10,39	11,71	12,99	14,26	15,50	7,82	8,96	10,08	11,17	12,24	13,29
750	9,53	10,96	12,35	13,72	15,06	16,38	8,23	9,45	10,63	11,78	12,92	14,03
800	10,01	11,52	12,99	14,44	15,86	17,26	8,64	9,92	11,17	12,39	13,59	14,77
850	10,49	12,08	13,63	15,15	16,65	18,12	9,05	10,39	11,71	12,99	14,26	15,50
900	10,96	12,63	14,26	15,86	17,43	18,98	9,45	10,86	12,24	13,59	14,92	16,23
950	11,43	13,17	14,88	16,56	18,21	19,84	9,84	11,32	12,77	14,18	15,58	16,95
1000	11,89	13,72	15,50	17,26	18,98	20,69	10,24	11,78	13,29	14,77	16,23	17,66
1100	12,81	14,79	16,73	18,64	20,52	22,37	11,01	12,69	14,33	15,94	17,52	19,08
1200	13,72	15,86	17,95	20,01	22,04	24,05	11,78	13,59	15,36	17,09	18,80	20,49
1300	14,61	16,91	19,15	21,37	23,55	25,70	12,54	14,48	16,37	18,23	20,07	21,88
1400	15,50	17,95	20,35	22,71	25,04	27,34	13,29	15,36	17,38	19,37	21,33	23,26
1500	16,38	18,98	21,53	24,05	26,52	28,98	14,03	16,23	18,38	20,49	22,57	24,63
1600	17,26	20,01	22,71	25,37	28,00	30,60	14,77	17,09	19,37	21,60	23,81	25,99
1700	18,12	21,03	23,88	26,69	29,46	32,21	15,50	17,95	20,35	22,71	25,04	27,34
1800	18,98	22,04	25,04	28,00	30,92	33,82	16,23	18,80	21,33	23,81	26,26	28,69
1900	19,84	23,04	26,20	29,30	32,37	35,41	16,95	19,65	22,30	24,90	27,48	30,03
2000	20,69	24,05	27,34	30,60	33,82	37,00	17,66	20,49	23,26	25,99	28,69	31,36
2500	24,87	28,98	33,01	37,00	40,95	44,86	21,19	24,63	28,02	31,36	34,66	37,93
3000	28,98	33,82	38,58	43,30	47,97	52,60	24,63	28,69	32,68	36,63	40,53	44,40
3500	33,01	38,58	44,08	49,51	54,90	60,24	28,02	32,68	37,28	41,82	46,32	50,78
4000	37,00	43,30	49,51	55,66	61,76	67,82	31,36	36,63	41,82	46,96	52,05	57,10
5000	44,86	52,60	60,24	67,82	75,33	82,80	37,93	44,40	50,78	57,10	63,37	69,59

Anexa I

Tabelul 12. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,54 l/s·ap.; n_{oz} = 19 ore/zi și y = 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	110 l/zi·pers.						80 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,60	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
0,80	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,25	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21
1,0	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24
1,2	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26
1,5	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
1,7	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,37	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32
2,0	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34
2,5	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39
3,0	0,33	0,37	0,41	0,44	0,48	0,51	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43
3,5	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,55	0,30	0,34	0,37	0,41	0,44	0,46
4	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,59	0,32	0,36	0,40	0,44	0,47	0,50
5	0,43	0,49	0,54	0,58	0,63	0,67	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56
6	0,48	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62
7	0,52	0,58	0,64	0,70	0,76	0,81	0,44	0,49	0,54	0,59	0,63	0,68
8	0,56	0,63	0,69	0,76	0,81	0,87	0,47	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73
9	0,59	0,67	0,74	0,81	0,87	0,93	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78
10	0,63	0,71	0,78	0,86	0,92	0,99	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77	0,82
12	0,69	0,78	0,87	0,95	1,02	1,09	0,58	0,66	0,73	0,79	0,85	0,91
14	0,76	0,86	0,95	1,03	1,12	1,20	0,63	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00
16	0,81	0,92	1,02	1,12	1,21	1,29	0,68	0,77	0,85	0,93	1,00	1,07
18	0,87	0,99	1,09	1,20	1,29	1,38	0,73	0,82	0,91	1,00	1,07	1,15
20	0,92	1,05	1,16	1,27	1,37	1,47	0,77	0,87	0,97	1,06	1,14	1,22
25	1,05	1,19	1,32	1,45	1,57	1,68	0,87	0,99	1,10	1,20	1,30	1,39
30	1,16	1,32	1,47	1,61	1,75	1,88	0,97	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55
35	1,27	1,45	1,61	1,77	1,92	2,06	1,06	1,20	1,34	1,46	1,58	1,70
40	1,37	1,57	1,75	1,92	2,08	2,24	1,14	1,30	1,45	1,58	1,72	1,84
45	1,47	1,68	1,88	2,06	2,24	2,41	1,22	1,39	1,55	1,70	1,84	1,98
50	1,57	1,79	2,00	2,20	2,39	2,57	1,30	1,48	1,65	1,81	1,96	2,11
55	1,66	1,90	2,12	2,33	2,54	2,73	1,37	1,57	1,75	1,92	2,08	2,24
60	1,75	2,00	2,24	2,46	2,68	2,89	1,45	1,65	1,84	2,02	2,20	2,36
65	1,83	2,10	2,35	2,59	2,82	3,04	1,52	1,73	1,93	2,13	2,31	2,48
70	1,92	2,20	2,46	2,72	2,96	3,19	1,58	1,81	2,02	2,23	2,42	2,60
75	2,00	2,30	2,57	2,84	3,09	3,34	1,65	1,89	2,11	2,32	2,52	2,72
80	2,08	2,39	2,68	2,96	3,22	3,48	1,72	1,96	2,20	2,42	2,63	2,83
85	2,16	2,48	2,79	3,08	3,35	3,62	1,78	2,04	2,28	2,51	2,73	2,95

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 12 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,24	2,57	2,89	3,19	3,48	3,76	1,84	2,11	2,36	2,60	2,83	3,06
95	2,32	2,66	2,99	3,30	3,61	3,90	1,90	2,18	2,44	2,69	2,93	3,16
100	2,39	2,75	3,09	3,42	3,73	4,03	1,96	2,25	2,52	2,78	3,03	3,27
110	2,54	2,92	3,29	3,64	3,97	4,30	2,08	2,39	2,68	2,96	3,22	3,48
120	2,68	3,09	3,48	3,85	4,21	4,56	2,20	2,52	2,83	3,13	3,41	3,69
130	2,82	3,26	3,67	4,06	4,44	4,81	2,31	2,66	2,98	3,29	3,59	3,89
140	2,96	3,42	3,85	4,27	4,67	5,06	2,42	2,78	3,13	3,46	3,77	4,08
150	3,09	3,57	4,03	4,47	4,90	5,31	2,52	2,91	3,27	3,62	3,95	4,27
160	3,22	3,73	4,21	4,67	5,12	5,55	2,63	3,03	3,41	3,77	4,12	4,46
170	3,35	3,88	4,39	4,87	5,34	5,79	2,73	3,15	3,55	3,93	4,30	4,65
180	3,48	4,03	4,56	5,06	5,55	6,02	2,83	3,27	3,69	4,08	4,46	4,84
190	3,61	4,18	4,73	5,25	5,76	6,26	2,93	3,39	3,82	4,23	4,63	5,02
200	3,73	4,33	4,90	5,44	5,97	6,49	3,03	3,50	3,95	4,38	4,79	5,20
220	3,97	4,61	5,23	5,82	6,39	6,94	3,22	3,73	4,21	4,67	5,12	5,55
240	4,21	4,90	5,55	6,18	6,79	7,39	3,41	3,95	4,46	4,96	5,43	5,90
260	4,44	5,17	5,87	6,54	7,19	7,83	3,59	4,17	4,71	5,24	5,74	6,24
280	4,67	5,44	6,18	6,89	7,58	8,26	3,77	4,38	4,96	5,51	6,05	6,57
300	4,90	5,71	6,49	7,24	7,97	8,68	3,95	4,59	5,20	5,78	6,35	6,90
320	5,12	5,97	6,79	7,58	8,35	9,11	4,12	4,79	5,43	6,05	6,65	7,23
340	5,34	6,23	7,09	7,92	8,73	9,52	4,30	5,00	5,67	6,31	6,94	7,55
360	5,55	6,49	7,39	8,26	9,11	9,93	4,46	5,20	5,90	6,57	7,23	7,87
380	5,76	6,74	7,68	8,59	9,48	10,34	4,63	5,39	6,12	6,83	7,51	8,18
400	5,97	6,99	7,97	8,92	9,84	10,75	4,79	5,59	6,35	7,08	7,80	8,49
425	6,23	7,30	8,33	9,33	10,30	11,25	5,00	5,83	6,63	7,40	8,15	8,88
450	6,49	7,61	8,68	9,73	10,75	11,74	5,20	6,07	6,90	7,71	8,49	9,26
475	6,74	7,91	9,04	10,13	11,19	12,23	5,39	6,30	7,17	8,01	8,83	9,63
500	6,99	8,21	9,38	10,52	11,63	12,72	5,59	6,53	7,44	8,32	9,17	10,01
525	7,24	8,51	9,73	10,91	12,07	13,21	5,78	6,76	7,71	8,62	9,51	10,38
550	7,49	8,80	10,07	11,30	12,51	13,69	5,97	6,99	7,97	8,92	9,84	10,75
575	7,73	9,09	10,41	11,69	12,94	14,16	6,16	7,22	8,23	9,22	10,17	11,11
600	7,97	9,38	10,75	12,07	13,37	14,64	6,35	7,44	8,49	9,51	10,50	11,47
650	8,45	9,96	11,41	12,83	14,22	15,58	6,72	7,88	9,00	10,09	11,15	12,19
700	8,92	10,52	12,07	13,58	15,06	16,51	7,08	8,32	9,51	10,66	11,79	12,90
750	9,38	11,08	12,72	14,32	15,89	17,43	7,44	8,75	10,01	11,23	12,43	13,60
800	9,84	11,63	13,37	15,06	16,71	18,34	7,80	9,17	10,50	11,79	13,05	14,29
850	10,30	12,18	14,00	15,78	17,53	19,24	8,15	9,59	10,99	12,35	13,68	14,98
900	10,75	12,72	14,64	16,51	18,34	20,14	8,49	10,01	11,47	12,90	14,29	15,66
950	11,19	13,26	15,26	17,22	19,14	21,03	8,83	10,42	11,95	13,44	14,90	16,34
1000	11,63	13,79	15,89	17,93	19,94	21,92	9,17	10,83	12,43	13,98	15,51	17,01
1100	12,51	14,85	17,12	19,34	21,52	23,67	9,84	11,63	13,37	15,06	16,71	18,34
1200	13,37	15,89	18,34	20,73	23,09	25,41	10,50	12,43	14,29	16,11	17,90	19,65
1300	14,22	16,92	19,54	22,11	24,64	27,13	11,15	13,21	15,21	17,16	19,07	20,95
1400	15,06	17,93	20,73	23,48	26,18	28,84	11,79	13,98	16,11	18,19	20,23	22,24
1500	15,89	18,94	21,92	24,83	27,70	30,53	12,43	14,75	17,01	19,21	21,38	23,51
1600	16,71	19,94	23,09	26,18	29,21	32,21	13,05	15,51	17,90	20,23	22,52	24,78
1700	17,53	20,93	24,25	27,51	30,72	33,88	13,68	16,26	18,78	21,24	23,65	26,04
1800	18,34	21,92	25,41	28,84	32,21	35,55	14,29	17,01	19,65	22,24	24,78	27,29
1900	19,14	22,89	26,56	30,16	33,70	37,20	14,90	17,75	20,52	23,23	25,90	28,53
2000	19,94	23,87	27,70	31,47	35,18	38,85	15,51	18,48	21,38	24,22	27,01	29,76
2500	23,87	28,65	33,33	37,93	42,47	46,97	18,48	22,09	25,62	29,08	32,48	35,85
3000	27,70	33,33	38,85	44,28	49,64	54,95	21,38	25,62	29,76	33,83	37,85	41,82
3500	31,47	37,93	44,28	50,53	56,71	62,84	24,22	29,08	33,83	38,51	43,13	47,70
4000	35,18	42,47	49,64	56,71	63,71	70,64	27,01	32,48	37,85	43,13	48,35	53,51
5000	42,47	51,42	60,22	68,91	77,51	86,05	32,48	39,18	45,75	52,22	58,63	64,97

Anexa I

Tabelul 13. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,64 l/s·ap.; n_{oz} = 19 ore/zi și y = 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	110 l/zi·pers.						80 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
0,80	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20
1,0	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
1,2	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
1,5	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27
1,7	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29
2,0	0,24	0,27	0,30	0,33	0,35	0,37	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,31
2,5	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39	0,42	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,35
3,0	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,25	0,29	0,31	0,34	0,37	0,39
3,5	0,33	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,42
4	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,45
5	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,51
6	0,43	0,49	0,54	0,59	0,63	0,67	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57
7	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,73	0,40	0,45	0,49	0,54	0,58	0,62
8	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,79	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66
9	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	0,84	0,45	0,51	0,57	0,62	0,66	0,71
10	0,57	0,65	0,71	0,78	0,84	0,90	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70	0,75
12	0,63	0,71	0,79	0,86	0,93	0,99	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,83
14	0,69	0,78	0,86	0,94	1,01	1,08	0,58	0,65	0,72	0,79	0,85	0,90
16	0,74	0,84	0,93	1,01	1,09	1,17	0,62	0,70	0,78	0,85	0,91	0,98
18	0,79	0,90	0,99	1,08	1,17	1,25	0,66	0,75	0,83	0,90	0,98	1,04
20	0,84	0,95	1,05	1,15	1,24	1,33	0,70	0,79	0,88	0,96	1,04	1,11
25	0,95	1,08	1,20	1,31	1,42	1,52	0,79	0,90	1,00	1,09	1,18	1,26
30	1,05	1,20	1,33	1,46	1,58	1,69	0,88	1,00	1,11	1,21	1,31	1,40
35	1,15	1,31	1,46	1,60	1,73	1,86	0,96	1,09	1,21	1,32	1,43	1,54
40	1,24	1,42	1,58	1,73	1,88	2,02	1,04	1,18	1,31	1,43	1,55	1,66
45	1,33	1,52	1,69	1,86	2,02	2,17	1,11	1,26	1,40	1,54	1,66	1,79
50	1,42	1,62	1,80	1,98	2,15	2,31	1,18	1,34	1,49	1,64	1,77	1,90
55	1,50	1,71	1,91	2,10	2,28	2,46	1,24	1,42	1,58	1,73	1,88	2,02
60	1,58	1,80	2,02	2,22	2,41	2,59	1,31	1,49	1,66	1,82	1,98	2,13
65	1,66	1,89	2,12	2,33	2,53	2,73	1,37	1,56	1,74	1,92	2,08	2,24
70	1,73	1,98	2,22	2,44	2,65	2,86	1,43	1,64	1,82	2,00	2,18	2,34
75	1,80	2,07	2,31	2,55	2,77	2,99	1,49	1,70	1,90	2,09	2,27	2,44
80	1,88	2,15	2,41	2,65	2,89	3,12	1,55	1,77	1,98	2,18	2,36	2,54
85	1,95	2,23	2,50	2,76	3,00	3,24	1,61	1,84	2,05	2,26	2,45	2,64

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 13 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,02	2,31	2,59	2,86	3,12	3,36	1,66	1,90	2,13	2,34	2,54	2,74
	2,08	2,39	2,68	2,96	3,23	3,48	1,72	1,97	2,20	2,42	2,63	2,84
100	2,15	2,47	2,77	3,06	3,34	3,60	1,77	2,03	2,27	2,50	2,72	2,93
110	2,28	2,62	2,95	3,26	3,55	3,84	1,88	2,15	2,41	2,65	2,89	3,12
120	2,41	2,77	3,12	3,44	3,76	4,07	1,98	2,27	2,54	2,81	3,06	3,30
130	2,53	2,92	3,28	3,63	3,97	4,29	2,08	2,39	2,68	2,95	3,22	3,47
140	2,65	3,06	3,44	3,81	4,17	4,51	2,18	2,50	2,81	3,10	3,38	3,65
150	2,77	3,20	3,60	3,99	4,36	4,73	2,27	2,61	2,93	3,24	3,53	3,82
160	2,89	3,34	3,76	4,17	4,56	4,94	2,36	2,72	3,06	3,38	3,69	3,98
170	3,00	3,47	3,91	4,34	4,75	5,15	2,45	2,83	3,18	3,51	3,84	4,15
180	3,12	3,60	4,07	4,51	4,94	5,35	2,54	2,93	3,30	3,65	3,98	4,31
190	3,23	3,73	4,22	4,68	5,12	5,56	2,63	3,04	3,42	3,78	4,13	4,47
200	3,34	3,86	4,36	4,84	5,31	5,76	2,72	3,14	3,53	3,91	4,27	4,63
220	3,55	4,12	4,65	5,17	5,67	6,16	2,89	3,34	3,76	4,17	4,56	4,94
240	3,76	4,36	4,94	5,49	6,02	6,55	3,06	3,53	3,98	4,42	4,84	5,24
260	3,97	4,61	5,22	5,80	6,37	6,93	3,22	3,72	4,20	4,66	5,11	5,54
280	4,17	4,84	5,49	6,11	6,72	7,30	3,38	3,91	4,42	4,90	5,37	5,83
300	4,36	5,08	5,76	6,42	7,05	7,68	3,53	4,09	4,63	5,14	5,64	6,12
320	4,56	5,31	6,02	6,72	7,39	8,04	3,69	4,27	4,84	5,37	5,90	6,40
340	4,75	5,54	6,29	7,01	7,72	8,41	3,84	4,45	5,04	5,60	6,15	6,69
360	4,94	5,76	6,55	7,30	8,04	8,76	3,98	4,63	5,24	5,83	6,40	6,96
380	5,12	5,98	6,80	7,59	8,37	9,12	4,13	4,80	5,44	6,06	6,65	7,24
400	5,31	6,20	7,05	7,88	8,68	9,47	4,27	4,97	5,64	6,28	6,90	7,51
425	5,54	6,47	7,37	8,23	9,08	9,90	4,45	5,18	5,88	6,55	7,21	7,84
450	5,76	6,74	7,68	8,58	9,47	10,34	4,63	5,39	6,12	6,82	7,51	8,18
475	5,98	7,00	7,98	8,93	9,86	10,76	4,80	5,60	6,36	7,09	7,81	8,50
500	6,20	7,26	8,28	9,27	10,24	11,18	4,97	5,80	6,59	7,36	8,10	8,83
525	6,42	7,52	8,58	9,62	10,62	11,60	5,14	6,00	6,82	7,62	8,39	9,15
550	6,63	7,78	8,88	9,95	11,00	12,02	5,31	6,20	7,05	7,88	8,68	9,47
575	6,84	8,03	9,18	10,29	11,37	12,43	5,47	6,40	7,28	8,14	8,97	9,79
600	7,05	8,28	9,47	10,62	11,74	12,84	5,64	6,59	7,51	8,39	9,26	10,10
650	7,47	8,78	10,05	11,28	12,48	13,66	5,96	6,98	7,95	8,90	9,82	10,72
700	7,88	9,27	10,62	11,93	13,21	14,46	6,28	7,36	8,39	9,40	10,38	11,34
750	8,28	9,76	11,18	12,57	13,92	15,25	6,59	7,73	8,83	9,89	10,93	11,94
800	8,68	10,24	11,74	13,21	14,64	16,04	6,90	8,10	9,26	10,38	11,47	12,55
850	9,08	10,71	12,30	13,84	15,34	16,82	7,21	8,47	9,68	10,86	12,01	13,14
900	9,47	11,18	12,84	14,46	16,04	17,60	7,51	8,83	10,10	11,34	12,55	13,73
950	9,86	11,65	13,39	15,08	16,74	18,37	7,81	9,19	10,52	11,81	13,07	14,31
1000	10,24	12,11	13,92	15,69	17,43	19,13	8,10	9,54	10,93	12,28	13,60	14,89
1100	11,00	13,02	14,99	16,91	18,79	20,64	8,68	10,24	11,74	13,21	14,64	16,04
1200	11,74	13,92	16,04	18,11	20,14	22,14	9,26	10,93	12,55	14,12	15,66	17,18
1300	12,48	14,81	17,08	19,30	21,47	23,62	9,82	11,61	13,34	15,02	16,67	18,30
1400	13,21	15,69	18,11	20,47	22,80	25,09	10,38	12,28	14,12	15,92	17,67	19,41
1500	13,92	16,56	19,13	21,64	24,11	26,54	10,93	12,94	14,89	16,80	18,67	20,50
1600	14,64	17,43	20,14	22,80	25,41	27,99	11,47	13,60	15,66	17,67	19,65	21,60
1700	15,34	18,28	21,14	23,94	26,70	29,42	12,01	14,25	16,42	18,54	20,63	22,68
1800	16,04	19,13	22,14	25,09	27,99	30,85	12,55	14,89	17,18	19,41	21,60	23,75
1900	16,74	19,97	23,13	26,22	29,26	32,27	13,07	15,53	17,92	20,26	22,56	24,82
2000	17,43	20,81	24,11	27,34	30,53	33,68	13,60	16,17	18,67	21,11	23,51	25,88
2500	20,81	24,92	28,94	32,89	36,79	40,64	16,17	19,28	22,32	25,29	28,22	31,11
3000	24,11	28,94	33,68	38,33	42,93	47,47	18,67	22,32	25,88	29,38	32,82	36,22
3500	27,34	32,89	38,33	43,69	48,98	54,21	21,11	25,29	29,38	33,39	37,35	41,26
4000	30,53	36,79	42,93	48,98	54,95	60,87	23,51	28,22	32,82	37,35	41,82	46,24
5000	36,79	44,45	51,97	59,40	66,75	74,03	28,22	33,96	39,59	45,13	50,61	56,03

Anexa I

Tabelul 14. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,74 l/s·ap.; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	110 l/zi·pers.						80 l/zi·pers.					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18
1,0	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,15	0,16	0,18	0,19	0,19	0,20
1,2	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,16	0,18	0,20	0,21	0,21	0,22
1,5	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,18	0,20	0,22	0,24	0,23	0,25
1,7	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,20	0,22	0,23	0,25	0,25	0,26
2,0	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,21	0,24	0,26	0,27	0,27	0,29
2,5	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,41	0,24	0,27	0,29	0,31	0,31	0,32
3,0	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,45	0,27	0,29	0,32	0,34	0,34	0,36
3,5	0,34	0,37	0,41	0,44	0,46	0,49	0,29	0,32	0,34	0,37	0,37	0,39
4	0,36	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53	0,31	0,34	0,37	0,40	0,39	0,42
5	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56	0,60	0,35	0,38	0,41	0,45	0,44	0,47
6	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,38	0,42	0,46	0,49	0,49	0,52
7	0,49	0,54	0,59	0,63	0,68	0,72	0,41	0,46	0,50	0,53	0,53	0,56
8	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,77	0,45	0,49	0,53	0,57	0,57	0,60
9	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,83	0,47	0,52	0,57	0,61	0,61	0,64
10	0,60	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,50	0,55	0,60	0,65	0,64	0,68
12	0,66	0,73	0,79	0,86	0,91	0,97	0,55	0,61	0,67	0,72	0,71	0,76
14	0,72	0,79	0,87	0,93	1,00	1,06	0,60	0,67	0,72	0,78	0,78	0,82
16	0,77	0,86	0,93	1,01	1,08	1,14	0,65	0,72	0,78	0,84	0,84	0,89
18	0,83	0,91	1,00	1,08	1,15	1,22	0,69	0,76	0,83	0,90	0,89	0,95
20	0,88	0,97	1,06	1,14	1,22	1,30	0,73	0,81	0,88	0,95	0,95	1,01
25	0,99	1,10	1,20	1,30	1,39	1,48	0,83	0,92	1,00	1,08	1,08	1,14
30	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55	1,65	0,92	1,02	1,11	1,20	1,20	1,27
35	1,20	1,34	1,47	1,59	1,70	1,81	1,00	1,11	1,22	1,32	1,31	1,39
40	1,30	1,45	1,59	1,72	1,85	1,97	1,08	1,20	1,32	1,42	1,42	1,51
45	1,39	1,55	1,70	1,85	1,98	2,12	1,16	1,29	1,41	1,53	1,52	1,62
50	1,48	1,65	1,81	1,97	2,12	2,26	1,23	1,37	1,50	1,62	1,62	1,72
55	1,57	1,75	1,92	2,09	2,24	2,40	1,30	1,45	1,59	1,72	1,71	1,82
60	1,65	1,85	2,03	2,20	2,37	2,53	1,37	1,53	1,67	1,81	1,80	1,92
65	1,74	1,94	2,13	2,31	2,49	2,66	1,44	1,60	1,75	1,90	1,89	2,02
70	1,81	2,03	2,23	2,42	2,61	2,79	1,50	1,67	1,83	1,99	1,98	2,11
75	1,89	2,12	2,33	2,53	2,73	2,91	1,56	1,74	1,91	2,08	2,06	2,20
80	1,97	2,20	2,42	2,64	2,84	3,04	1,62	1,81	1,99	2,16	2,15	2,29
85	2,04	2,29	2,52	2,74	2,95	3,16	1,68	1,88	2,07	2,24	2,23	2,38

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 14 (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	2,12	2,37	2,61	2,84	3,06	3,28	1,74	1,95	2,14	2,32	2,31	2,47
95	2,19	2,45	2,70	2,94	3,17	3,40	1,80	2,01	2,21	2,40	2,39	2,55
100	2,26	2,53	2,79	3,04	3,28	3,51	1,86	2,08	2,28	2,48	2,47	2,64
110	2,40	2,69	2,96	3,23	3,49	3,74	1,97	2,20	2,42	2,64	2,62	2,80
120	2,53	2,84	3,13	3,42	3,69	3,96	2,08	2,32	2,56	2,78	2,77	2,96
130	2,66	2,99	3,30	3,60	3,89	4,18	2,18	2,44	2,69	2,93	2,91	3,12
140	2,79	3,13	3,47	3,78	4,09	4,39	2,28	2,56	2,82	3,07	3,06	3,27
150	2,91	3,28	3,63	3,96	4,28	4,60	2,38	2,67	2,95	3,21	3,19	3,42
160	3,04	3,42	3,78	4,13	4,47	4,81	2,48	2,78	3,07	3,35	3,33	3,57
170	3,16	3,56	3,94	4,31	4,66	5,01	2,58	2,89	3,20	3,49	3,47	3,71
180	3,28	3,69	4,09	4,47	4,85	5,21	2,67	3,00	3,32	3,62	3,60	3,86
190	3,40	3,83	4,24	4,64	5,03	5,41	2,77	3,11	3,44	3,75	3,73	4,00
200	3,51	3,96	4,39	4,81	5,21	5,60	2,86	3,21	3,55	3,88	3,86	4,14
220	3,74	4,22	4,68	5,13	5,56	5,99	3,04	3,42	3,78	4,13	4,11	4,41
240	3,96	4,47	4,97	5,45	5,91	6,36	3,21	3,62	4,01	4,38	4,36	4,68
260	4,18	4,72	5,25	5,76	6,25	6,73	3,38	3,82	4,23	4,63	4,60	4,94
280	4,39	4,97	5,52	6,06	6,59	7,10	3,55	4,01	4,44	4,86	4,84	5,20
300	4,60	5,21	5,80	6,36	6,92	7,46	3,72	4,20	4,66	5,10	5,07	5,45
320	4,81	5,45	6,06	6,66	7,24	7,81	3,88	4,38	4,86	5,33	5,30	5,70
340	5,01	5,68	6,33	6,95	7,57	8,17	4,04	4,57	5,07	5,56	5,53	5,95
360	5,21	5,91	6,59	7,24	7,88	8,51	4,20	4,75	5,27	5,79	5,75	6,19
380	5,41	6,14	6,84	7,53	8,20	8,86	4,35	4,92	5,47	6,01	5,97	6,43
400	5,60	6,36	7,10	7,81	8,51	9,20	4,50	5,10	5,67	6,23	6,19	6,67
425	5,84	6,64	7,41	8,17	8,90	9,62	4,69	5,32	5,92	6,50	6,46	6,96
450	6,08	6,92	7,73	8,51	9,28	10,03	4,88	5,53	6,16	6,77	6,73	7,25
475	6,32	7,19	8,03	8,86	9,66	10,45	5,06	5,74	6,40	7,03	6,99	7,54
500	6,55	7,46	8,34	9,20	10,03	10,85	5,25	5,95	6,63	7,30	7,25	7,82
525	6,78	7,73	8,64	9,53	10,40	11,26	5,42	6,16	6,87	7,56	7,51	8,10
550	7,01	7,99	8,94	9,87	10,77	11,66	5,60	6,36	7,10	7,81	7,76	8,38
575	7,24	8,25	9,24	10,20	11,14	12,06	5,78	6,57	7,33	8,07	8,02	8,66
600	7,46	8,51	9,53	10,53	11,50	12,46	5,95	6,77	7,56	8,32	8,27	8,93
650	7,90	9,03	10,12	11,18	12,22	13,24	6,30	7,17	8,01	8,82	8,77	9,47
700	8,34	9,53	10,69	11,82	12,93	14,02	6,63	7,56	8,45	9,32	9,26	10,01
750	8,77	10,03	11,26	12,46	13,63	14,79	6,97	7,94	8,89	9,81	9,74	10,54
800	9,20	10,53	11,82	13,09	14,33	15,55	7,30	8,32	9,32	10,29	10,22	11,06
850	9,62	11,02	12,38	13,71	15,02	16,31	7,62	8,70	9,75	10,77	10,69	11,58
900	10,03	11,50	12,93	14,33	15,70	17,05	7,94	9,07	10,17	11,24	11,16	12,09
950	10,45	11,98	13,48	14,94	16,38	17,80	8,26	9,44	10,59	11,71	11,63	12,60
1000	10,85	12,46	14,02	15,55	17,05	18,53	8,57	9,81	11,00	12,17	12,09	13,10
1100	11,66	13,40	15,10	16,75	18,39	19,99	9,20	10,53	11,82	13,09	13,00	14,09
1200	12,46	14,33	16,15	17,94	19,70	21,44	9,81	11,24	12,63	13,99	13,90	15,08
1300	13,24	15,25	17,20	19,12	21,01	22,87	10,41	11,94	13,43	14,89	14,78	16,05
1400	14,02	16,15	18,24	20,28	22,30	24,28	11,00	12,63	14,22	15,77	15,66	17,01
1500	14,79	17,05	19,27	21,44	23,58	25,69	11,59	13,32	15,00	16,65	16,53	17,96
1600	15,55	17,94	20,28	22,58	24,85	27,08	12,17	13,99	15,77	17,51	17,39	18,90
1700	16,31	18,83	21,29	23,72	26,11	28,47	12,75	14,66	16,54	18,37	18,24	19,84
1800	17,05	19,70	22,30	24,85	27,36	29,85	13,32	15,33	17,30	19,23	19,09	20,77
1900	17,80	20,57	23,29	25,97	28,61	31,21	13,88	15,99	18,05	20,07	19,93	21,69
2000	18,53	21,44	24,28	27,08	29,85	32,58	14,44	16,65	18,80	20,92	20,77	22,60
2500	22,16	25,69	29,16	32,58	35,95	39,29	17,19	19,86	22,48	25,05	24,87	27,11
3000	25,69	29,85	33,93	37,96	41,94	45,88	19,86	23,00	26,07	29,10	28,88	31,52
3500	29,16	33,93	38,62	43,26	47,84	52,38	22,48	26,07	29,60	33,07	32,82	35,85
4000	32,58	37,96	43,26	48,49	53,67	58,80	25,05	29,10	33,07	36,99	36,71	40,12
5000	39,29	45,88	52,38	58,80	65,16	71,48	30,10	35,03	39,89	44,69	44,35	48,53

Anexa I

Tabelul 15. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = *0,47* l/s·ap; n_{oz} =*19* ore/zi și *y= 2,326* corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	60 l/zi·pers						50 l/zi·pers					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,0	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19
1,2	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21
1,5	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,15	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23
1,7	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,27	0,15	0,17	0,20	0,22	0,23	0,25
2,0	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27
2,5	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,31
3,0	0,22	0,26	0,29	0,32	0,35	0,37	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34
3,5	0,24	0,28	0,31	0,35	0,37	0,40	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37
4	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,23	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39
5	0,29	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49	0,26	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44
6	0,32	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,29	0,34	0,38	0,42	0,45	0,49
7	0,35	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,31	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53
8	0,37	0,43	0,49	0,54	0,58	0,63	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57
9	0,39	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,36	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61
10	0,42	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71	0,38	0,44	0,50	0,55	0,60	0,64
12	0,46	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	0,42	0,49	0,55	0,61	0,66	0,71
14	0,50	0,58	0,66	0,73	0,79	0,86	0,45	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77
16	0,54	0,63	0,71	0,79	0,86	0,92	0,49	0,57	0,64	0,71	0,77	0,83
18	0,57	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	0,52	0,61	0,69	0,76	0,83	0,89
20	0,61	0,71	0,80	0,89	0,97	1,05	0,55	0,64	0,73	0,80	0,88	0,94
25	0,69	0,80	0,91	1,01	1,10	1,19	0,62	0,73	0,82	0,91	0,99	1,07
30	0,76	0,89	1,01	1,12	1,23	1,32	0,69	0,80	0,91	1,01	1,10	1,19
35	0,83	0,97	1,10	1,23	1,34	1,45	0,75	0,88	0,99	1,10	1,21	1,30
40	0,89	1,05	1,19	1,32	1,45	1,57	0,80	0,94	1,07	1,19	1,30	1,41
45	0,95	1,12	1,28	1,42	1,56	1,68	0,86	1,01	1,15	1,28	1,40	1,51
50	1,01	1,19	1,36	1,51	1,66	1,79	0,91	1,07	1,22	1,36	1,49	1,61
55	1,07	1,26	1,43	1,60	1,75	1,90	0,96	1,13	1,29	1,43	1,57	1,70
60	1,12	1,32	1,51	1,68	1,85	2,00	1,01	1,19	1,36	1,51	1,66	1,79
65	1,17	1,39	1,58	1,77	1,94	2,11	1,06	1,25	1,42	1,58	1,74	1,88
70	1,23	1,45	1,66	1,85	2,03	2,20	1,10	1,30	1,49	1,66	1,82	1,97
75	1,28	1,51	1,73	1,93	2,12	2,30	1,15	1,36	1,55	1,73	1,89	2,06
80	1,32	1,57	1,79	2,00	2,20	2,39	1,19	1,41	1,61	1,79	1,97	2,14
85	1,37	1,63	1,86	2,08	2,29	2,49	1,23	1,46	1,67	1,86	2,04	2,22

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 15 (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,42	1,68	1,93	2,16	2,37	2,58	1,28	1,51	1,73	1,93	2,12	2,30
95	1,47	1,74	1,99	2,23	2,45	2,67	1,32	1,56	1,78	1,99	2,19	2,38
100	1,51	1,79	2,06	2,30	2,53	2,76	1,36	1,61	1,84	2,06	2,26	2,46
110	1,60	1,90	2,18	2,44	2,69	2,93	1,43	1,70	1,95	2,18	2,40	2,61
120	1,68	2,00	2,30	2,58	2,84	3,10	1,51	1,79	2,06	2,30	2,53	2,76
130	1,77	2,11	2,42	2,71	2,99	3,26	1,58	1,88	2,16	2,42	2,66	2,90
140	1,85	2,20	2,53	2,84	3,14	3,42	1,66	1,97	2,26	2,53	2,79	3,04
150	1,93	2,30	2,65	2,97	3,28	3,58	1,73	2,06	2,36	2,65	2,92	3,18
160	2,00	2,39	2,76	3,10	3,42	3,74	1,79	2,14	2,46	2,76	3,04	3,32
170	2,08	2,49	2,86	3,22	3,56	3,89	1,86	2,22	2,55	2,86	3,16	3,45
180	2,16	2,58	2,97	3,34	3,70	4,04	1,93	2,30	2,65	2,97	3,28	3,58
190	2,23	2,67	3,08	3,46	3,83	4,19	1,99	2,38	2,74	3,08	3,40	3,71
200	2,30	2,76	3,18	3,58	3,97	4,34	2,06	2,46	2,83	3,18	3,52	3,84
220	2,44	2,93	3,38	3,81	4,23	4,62	2,18	2,61	3,01	3,38	3,74	4,09
240	2,58	3,10	3,58	4,04	4,48	4,91	2,30	2,76	3,18	3,58	3,97	4,34
260	2,71	3,26	3,78	4,26	4,73	5,18	2,42	2,90	3,35	3,78	4,18	4,58
280	2,84	3,42	3,97	4,48	4,97	5,45	2,53	3,04	3,52	3,97	4,40	4,81
300	2,97	3,58	4,15	4,69	5,22	5,72	2,65	3,18	3,68	4,15	4,61	5,04
320	3,10	3,74	4,34	4,91	5,45	5,98	2,76	3,32	3,84	4,34	4,81	5,27
340	3,22	3,89	4,52	5,11	5,69	6,24	2,86	3,45	4,00	4,52	5,02	5,50
360	3,34	4,04	4,69	5,32	5,92	6,50	2,97	3,58	4,15	4,69	5,22	5,72
380	3,46	4,19	4,87	5,52	6,15	6,75	3,08	3,71	4,30	4,87	5,41	5,94
400	3,58	4,34	5,04	5,72	6,37	7,01	3,18	3,84	4,46	5,04	5,61	6,16
425	3,73	4,52	5,26	5,97	6,65	7,32	3,31	4,00	4,64	5,26	5,85	6,43
450	3,87	4,69	5,47	6,21	6,93	7,62	3,43	4,15	4,83	5,47	6,09	6,69
475	4,01	4,87	5,68	6,45	7,20	7,93	3,56	4,30	5,01	5,68	6,33	6,95
500	4,15	5,04	5,89	6,69	7,47	8,23	3,68	4,46	5,19	5,89	6,56	7,21
525	4,29	5,22	6,09	6,93	7,74	8,52	3,80	4,61	5,36	6,09	6,79	7,47
550	4,43	5,39	6,29	7,16	8,00	8,82	3,92	4,75	5,54	6,29	7,02	7,72
575	4,56	5,55	6,49	7,39	8,26	9,11	4,04	4,90	5,71	6,49	7,25	7,98
600	4,69	5,72	6,69	7,62	8,52	9,40	4,15	5,04	5,89	6,69	7,47	8,23
650	4,96	6,05	7,08	8,08	9,04	9,98	4,38	5,33	6,23	7,08	7,91	8,72
700	5,22	6,37	7,47	8,52	9,55	10,54	4,61	5,61	6,56	7,47	8,35	9,21
750	5,47	6,69	7,85	8,97	10,05	11,10	4,83	5,89	6,89	7,85	8,78	9,69
800	5,72	7,01	8,23	9,40	10,54	11,66	5,04	6,16	7,21	8,23	9,21	10,17
850	5,97	7,32	8,60	9,83	11,03	12,20	5,26	6,43	7,53	8,60	9,63	10,64
900	6,21	7,62	8,97	10,26	11,52	12,75	5,47	6,69	7,85	8,97	10,05	11,10
950	6,45	7,93	9,33	10,68	12,00	13,29	5,68	6,95	8,16	9,33	10,46	11,56
1000	6,69	8,23	9,69	11,10	12,48	13,82	5,89	7,21	8,47	9,69	10,87	12,02
1100	7,16	8,82	10,40	11,93	13,42	14,88	6,29	7,72	9,09	10,40	11,68	12,93
1200	7,62	9,40	11,10	12,75	14,35	15,92	6,69	8,23	9,69	11,10	12,48	13,82
1300	8,08	9,98	11,79	13,55	15,27	16,95	7,08	8,72	10,28	11,79	13,26	14,70
1400	8,52	10,54	12,48	14,35	16,18	17,97	7,47	9,21	10,87	12,48	14,04	15,57
1500	8,97	11,10	13,15	15,14	17,08	18,98	7,85	9,69	11,45	13,15	14,81	16,44
1600	9,40	11,66	13,82	15,92	17,97	19,98	8,23	10,17	12,02	13,82	15,57	17,29
1700	9,83	12,20	14,48	16,69	18,86	20,98	8,60	10,64	12,59	14,48	16,33	18,14
1800	10,26	12,75	15,14	17,46	19,73	21,96	8,97	11,10	13,15	15,14	17,08	18,98
1900	10,68	13,29	15,79	18,22	20,61	22,94	9,33	11,56	13,71	15,79	17,82	19,82
2000	11,10	13,82	16,44	18,98	21,47	23,92	9,69	12,02	14,26	16,44	18,56	20,65
2500	13,15	16,44	19,61	22,70	25,73	28,71	11,45	14,26	16,97	19,61	22,19	24,73
3000	15,14	18,98	22,70	26,33	29,89	33,40	13,15	16,44	19,61	22,70	25,73	28,71
3500	17,08	21,47	25,73	29,89	33,98	38,02	14,81	18,56	22,19	25,73	29,21	32,63
4000	18,98	23,92	28,71	33,40	38,02	42,57	16,44	20,65	24,73	28,71	32,63	36,49
5000	22,70	28,71	34,56	40,30	45,95	51,54	19,61	24,73	29,70	34,56	39,35	44,08

Anexa I

Tabelul 16. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = *0,54* l/s·ap; n_{oz} =*19* ore/zi și *y= 2,326* corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	60 l/zi·pers						50 l/zi·pers					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,0	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19
1,2	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21
1,5	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,25	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23
1,7	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25
2,0	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27
2,5	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
3,0	0,24	0,27	0,30	0,32	0,34	0,37	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33
3,5	0,26	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,36
4	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39
5	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44
6	0,34	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48
7	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52
8	0,40	0,45	0,50	0,54	0,58	0,62	0,36	0,41	0,45	0,49	0,53	0,56
9	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,66	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60
10	0,45	0,51	0,56	0,61	0,66	0,70	0,41	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64
12	0,50	0,56	0,62	0,68	0,73	0,78	0,45	0,51	0,56	0,61	0,66	0,70
14	0,54	0,61	0,68	0,74	0,79	0,85	0,49	0,55	0,61	0,67	0,72	0,76
16	0,58	0,66	0,73	0,79	0,85	0,91	0,53	0,60	0,66	0,72	0,77	0,82
18	0,62	0,70	0,78	0,85	0,91	0,98	0,56	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88
20	0,66	0,74	0,82	0,90	0,97	1,04	0,60	0,67	0,74	0,81	0,87	0,93
25	0,74	0,84	0,93	1,02	1,10	1,18	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	1,06
30	0,82	0,93	1,04	1,13	1,22	1,31	0,74	0,84	0,93	1,02	1,10	1,18
35	0,90	1,02	1,13	1,24	1,34	1,43	0,81	0,92	1,02	1,11	1,20	1,29
40	0,97	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55	0,87	0,99	1,10	1,20	1,30	1,39
45	1,04	1,18	1,31	1,43	1,55	1,66	0,93	1,06	1,18	1,29	1,39	1,49
50	1,10	1,25	1,39	1,52	1,65	1,77	0,99	1,13	1,25	1,37	1,48	1,59
55	1,16	1,32	1,47	1,61	1,75	1,88	1,05	1,19	1,32	1,45	1,57	1,68
60	1,22	1,39	1,55	1,70	1,84	1,98	1,10	1,25	1,39	1,52	1,65	1,77
65	1,28	1,46	1,63	1,78	1,93	2,08	1,15	1,31	1,46	1,60	1,73	1,86
70	1,34	1,52	1,70	1,87	2,02	2,18	1,20	1,37	1,52	1,67	1,81	1,95
75	1,39	1,59	1,77	1,95	2,11	2,27	1,25	1,43	1,59	1,74	1,89	2,03
80	1,45	1,65	1,84	2,02	2,20	2,36	1,30	1,48	1,65	1,81	1,96	2,11
85	1,50	1,71	1,91	2,10	2,28	2,45	1,35	1,54	1,71	1,88	2,04	2,19

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 16 (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,55	1,77	1,98	2,18	2,36	2,54	1,39	1,59	1,77	1,95	2,11	2,27
95	1,60	1,83	2,05	2,25	2,44	2,63	1,44	1,64	1,83	2,01	2,18	2,35
100	1,65	1,89	2,11	2,32	2,52	2,72	1,48	1,69	1,89	2,07	2,25	2,42
110	1,75	2,00	2,24	2,46	2,68	2,89	1,57	1,79	2,00	2,20	2,39	2,57
120	1,84	2,11	2,36	2,60	2,83	3,06	1,65	1,89	2,11	2,32	2,52	2,72
130	1,93	2,22	2,48	2,74	2,98	3,22	1,73	1,98	2,22	2,44	2,66	2,86
140	2,02	2,32	2,60	2,87	3,13	3,38	1,81	2,07	2,32	2,56	2,78	3,00
150	2,11	2,42	2,72	3,00	3,27	3,53	1,89	2,16	2,42	2,67	2,91	3,14
160	2,20	2,52	2,83	3,13	3,41	3,69	1,96	2,25	2,52	2,78	3,03	3,27
170	2,28	2,62	2,95	3,25	3,55	3,84	2,04	2,34	2,62	2,89	3,15	3,40
180	2,36	2,72	3,06	3,38	3,69	3,98	2,11	2,42	2,72	3,00	3,27	3,53
190	2,44	2,81	3,16	3,50	3,82	4,13	2,18	2,51	2,81	3,11	3,39	3,66
200	2,52	2,91	3,27	3,62	3,95	4,27	2,25	2,59	2,91	3,21	3,50	3,79
220	2,68	3,09	3,48	3,85	4,21	4,56	2,39	2,75	3,09	3,42	3,73	4,03
240	2,83	3,27	3,69	4,08	4,46	4,84	2,52	2,91	3,27	3,62	3,95	4,27
260	2,98	3,45	3,89	4,31	4,71	5,11	2,66	3,06	3,45	3,81	4,17	4,51
280	3,13	3,62	4,08	4,53	4,96	5,37	2,78	3,21	3,62	4,01	4,38	4,74
300	3,27	3,79	4,27	4,74	5,20	5,64	2,91	3,36	3,79	4,19	4,59	4,97
320	3,41	3,95	4,46	4,96	5,43	5,90	3,03	3,50	3,95	4,38	4,79	5,20
340	3,55	4,11	4,65	5,17	5,67	6,15	3,15	3,65	4,11	4,56	5,00	5,42
360	3,69	4,27	4,84	5,37	5,90	6,40	3,27	3,79	4,27	4,74	5,20	5,64
380	3,82	4,43	5,02	5,58	6,12	6,65	3,39	3,92	4,43	4,92	5,39	5,85
400	3,95	4,59	5,20	5,78	6,35	6,90	3,50	4,06	4,59	5,10	5,59	6,07
425	4,11	4,78	5,42	6,03	6,63	7,21	3,65	4,23	4,78	5,31	5,83	6,33
450	4,27	4,97	5,64	6,28	6,90	7,51	3,79	4,39	4,97	5,53	6,07	6,59
475	4,43	5,16	5,85	6,52	7,17	7,81	3,92	4,56	5,16	5,74	6,30	6,85
500	4,59	5,35	6,07	6,76	7,44	8,10	4,06	4,72	5,35	5,95	6,53	7,11
525	4,74	5,53	6,28	7,00	7,71	8,39	4,19	4,88	5,53	6,16	6,76	7,36
550	4,90	5,71	6,49	7,24	7,97	8,68	4,33	5,03	5,71	6,36	6,99	7,61
575	5,05	5,89	6,70	7,47	8,23	8,97	4,46	5,19	5,89	6,56	7,22	7,86
600	5,20	6,07	6,90	7,71	8,49	9,26	4,59	5,35	6,07	6,76	7,44	8,10
650	5,49	6,42	7,31	8,17	9,00	9,82	4,85	5,65	6,42	7,16	7,88	8,59
700	5,78	6,76	7,71	8,62	9,51	10,38	5,10	5,95	6,76	7,55	8,32	9,07
750	6,07	7,11	8,10	9,07	10,01	10,93	5,35	6,24	7,11	7,94	8,75	9,54
800	6,35	7,44	8,49	9,51	10,50	11,47	5,59	6,53	7,44	8,32	9,17	10,01
850	6,63	7,77	8,88	9,95	10,99	12,01	5,83	6,82	7,77	8,70	9,59	10,47
900	6,90	8,10	9,26	10,38	11,47	12,55	6,07	7,11	8,10	9,07	10,01	10,93
950	7,17	8,43	9,63	10,81	11,95	13,07	6,30	7,39	8,43	9,44	10,42	11,38
1000	7,44	8,75	10,01	11,23	12,43	13,60	6,53	7,66	8,75	9,80	10,83	11,83
1100	7,97	9,38	10,75	12,07	13,37	14,64	6,99	8,21	9,38	10,52	11,63	12,72
1200	8,49	10,01	11,47	12,90	14,29	15,66	7,44	8,75	10,01	11,23	12,43	13,60
1300	9,00	10,62	12,19	13,71	15,21	16,67	7,88	9,28	10,62	11,93	13,21	14,46
1400	9,51	11,23	12,90	14,52	16,11	17,67	8,32	9,80	11,23	12,62	13,98	15,32
1500	10,01	11,83	13,60	15,32	17,01	18,67	8,75	10,32	11,83	13,31	14,75	16,17
1600	10,50	12,43	14,29	16,11	17,90	19,65	9,17	10,83	12,43	13,98	15,51	17,01
1700	10,99	13,02	14,98	16,90	18,78	20,63	9,59	11,33	13,02	14,66	16,26	17,84
1800	11,47	13,60	15,66	17,67	19,65	21,60	10,01	11,83	13,60	15,32	17,01	18,67
1900	11,95	14,18	16,34	18,45	20,52	22,56	10,42	12,33	14,18	15,98	17,75	19,49
2000	12,43	14,75	17,01	19,21	21,38	23,51	10,83	12,82	14,75	16,64	18,48	20,30
2500	14,75	17,56	20,30	22,98	25,62	28,22	12,82	15,23	17,56	19,85	22,09	24,31
3000	17,01	20,30	23,51	26,66	29,76	32,82	14,75	17,56	20,30	22,98	25,62	28,22
3500	19,21	22,98	26,66	30,28	33,83	37,35	16,64	19,85	22,98	26,05	29,08	32,06
4000	21,38	25,62	29,76	33,83	37,85	41,82	18,48	22,09	25,62	29,08	32,48	35,85
5000	25,62	30,79	35,85	40,83	45,75	50,61	22,09	26,49	30,79	35,01	39,18	43,30

Anexa I

Tabelul 17. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,64 l/s·ap; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	60 l/zi·pers						50 l/zi·pers					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,2	0,15	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19
1,5	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,15	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21
1,7	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23
2,0	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,16	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25
2,5	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,30	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
3,0	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,30
3,5	0,24	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,22	0,23	0,27	0,29	0,31	0,33
4	0,25	0,29	0,31	0,34	0,37	0,39	0,23	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35
5	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,26	0,28	0,32	0,35	0,37	0,40
6	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,29	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44
7	0,34	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,31	0,33	0,38	0,42	0,45	0,48
8	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,33	0,35	0,41	0,45	0,48	0,51
9	0,39	0,44	0,48	0,53	0,57	0,60	0,35	0,37	0,44	0,48	0,51	0,55
10	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,64	0,37	0,39	0,46	0,51	0,54	0,58
12	0,45	0,51	0,57	0,62	0,66	0,71	0,41	0,43	0,51	0,56	0,60	0,64
14	0,49	0,56	0,62	0,67	0,72	0,77	0,45	0,47	0,56	0,61	0,65	0,70
16	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,83	0,48	0,50	0,60	0,65	0,70	0,75
18	0,57	0,64	0,71	0,77	0,83	0,89	0,51	0,53	0,64	0,70	0,75	0,80
20	0,60	0,68	0,75	0,82	0,88	0,94	0,54	0,56	0,68	0,74	0,79	0,85
25	0,68	0,77	0,85	0,93	1,00	1,07	0,61	0,62	0,77	0,84	0,90	0,96
30	0,75	0,85	0,94	1,03	1,11	1,19	0,68	0,68	0,85	0,93	1,00	1,07
35	0,82	0,93	1,03	1,12	1,21	1,30	0,74	0,74	0,93	1,01	1,09	1,17
40	0,88	1,00	1,11	1,21	1,31	1,40	0,79	0,79	1,00	1,09	1,18	1,26
45	0,94	1,07	1,19	1,30	1,40	1,50	0,85	0,84	1,07	1,17	1,26	1,35
50	1,00	1,13	1,26	1,38	1,49	1,60	0,90	0,88	1,13	1,24	1,34	1,44
55	1,05	1,20	1,33	1,46	1,58	1,69	0,95	0,92	1,20	1,31	1,42	1,52
60	1,11	1,26	1,40	1,54	1,66	1,79	1,00	0,97	1,26	1,38	1,49	1,60
65	1,16	1,32	1,47	1,61	1,74	1,87	1,04	1,01	1,32	1,45	1,56	1,68
70	1,21	1,38	1,54	1,68	1,82	1,96	1,09	1,04	1,38	1,51	1,64	1,75
75	1,26	1,44	1,60	1,75	1,90	2,04	1,13	1,08	1,44	1,57	1,70	1,83
80	1,31	1,49	1,66	1,82	1,98	2,13	1,18	1,12	1,49	1,64	1,77	1,90
85	1,36	1,55	1,72	1,89	2,05	2,21	1,22	1,15	1,55	1,70	1,84	1,97

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 17 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,40	1,60	1,79	1,96	2,13	2,29	1,26	1,18	1,60	1,75	1,90	2,04
95	1,45	1,65	1,84	2,03	2,20	2,37	1,30	1,22	1,65	1,81	1,97	2,11
100	1,49	1,70	1,90	2,09	2,27	2,44	1,34	1,25	1,70	1,87	2,03	2,18
110	1,58	1,80	2,02	2,22	2,41	2,59	1,42	1,31	1,80	1,98	2,15	2,31
120	1,66	1,90	2,13	2,34	2,54	2,74	1,49	1,37	1,90	2,09	2,27	2,44
130	1,74	2,00	2,24	2,46	2,68	2,88	1,56	1,42	2,00	2,20	2,39	2,57
140	1,82	2,09	2,34	2,58	2,81	3,02	1,64	1,48	2,09	2,30	2,50	2,69
150	1,90	2,18	2,44	2,69	2,93	3,16	1,70	1,53	2,18	2,40	2,61	2,81
160	1,98	2,27	2,54	2,81	3,06	3,30	1,77	1,58	2,27	2,50	2,72	2,93
170	2,05	2,36	2,64	2,92	3,18	3,43	1,84	1,63	2,36	2,60	2,83	3,05
180	2,13	2,44	2,74	3,02	3,30	3,56	1,90	1,67	2,44	2,69	2,93	3,16
190	2,20	2,53	2,84	3,13	3,42	3,69	1,97	1,72	2,53	2,79	3,04	3,28
200	2,27	2,61	2,93	3,24	3,53	3,82	2,03	1,76	2,61	2,88	3,14	3,39
220	2,41	2,77	3,12	3,44	3,76	4,07	2,15	1,85	2,77	3,06	3,34	3,60
240	2,54	2,93	3,30	3,65	3,98	4,31	2,27	1,93	2,93	3,24	3,53	3,82
260	2,68	3,09	3,47	3,84	4,20	4,55	2,39	2,01	3,09	3,41	3,72	4,03
280	2,81	3,24	3,65	4,04	4,42	4,78	2,50	2,09	3,24	3,58	3,91	4,23
300	2,93	3,39	3,82	4,23	4,63	5,01	2,61	2,16	3,39	3,75	4,09	4,43
320	3,06	3,53	3,98	4,42	4,84	5,24	2,72	2,23	3,53	3,91	4,27	4,63
340	3,18	3,68	4,15	4,60	5,04	5,47	2,83	2,30	3,68	4,07	4,45	4,82
360	3,30	3,82	4,31	4,78	5,24	5,69	2,93	2,37	3,82	4,23	4,63	5,01
380	3,42	3,96	4,47	4,96	5,44	5,90	3,04	2,43	3,96	4,39	4,80	5,20
400	3,53	4,09	4,63	5,14	5,64	6,12	3,14	2,50	4,09	4,54	4,97	5,39
425	3,68	4,26	4,82	5,36	5,88	6,39	3,26	2,57	4,26	4,73	5,18	5,62
450	3,82	4,43	5,01	5,58	6,12	6,65	3,39	2,65	4,43	4,92	5,39	5,85
475	3,96	4,60	5,20	5,79	6,36	6,91	3,51	2,72	4,60	5,10	5,60	6,08
500	4,09	4,76	5,39	6,00	6,59	7,17	3,63	2,79	4,76	5,29	5,80	6,30
525	4,23	4,92	5,58	6,21	6,82	7,42	3,75	2,86	4,92	5,47	6,00	6,52
550	4,36	5,08	5,76	6,42	7,05	7,68	3,86	2,93	5,08	5,65	6,20	6,74
575	4,50	5,24	5,94	6,62	7,28	7,93	3,98	2,99	5,24	5,83	6,40	6,95
600	4,63	5,39	6,12	6,82	7,51	8,18	4,09	3,06	5,39	6,00	6,59	7,17
650	4,89	5,70	6,48	7,23	7,95	8,67	4,32	3,18	5,70	6,35	6,98	7,59
700	5,14	6,00	6,82	7,62	8,39	9,15	4,54	3,30	6,00	6,69	7,36	8,01
750	5,39	6,30	7,17	8,01	8,83	9,63	4,76	3,42	6,30	7,03	7,73	8,42
800	5,64	6,59	7,51	8,39	9,26	10,10	4,97	3,53	6,59	7,36	8,10	8,83
850	5,88	6,88	7,84	8,77	9,68	10,57	5,18	3,64	6,88	7,69	8,47	9,23
900	6,12	7,17	8,18	9,15	10,10	11,03	5,39	3,75	7,17	8,01	8,83	9,63
950	6,36	7,45	8,50	9,52	10,52	11,49	5,60	3,85	7,45	8,33	9,19	10,02
1000	6,59	7,73	8,83	9,89	10,93	11,94	5,80	3,95	7,73	8,65	9,54	10,41
1100	7,05	8,28	9,47	10,62	11,74	12,84	6,20	4,14	8,28	9,27	10,24	11,18
1200	7,51	8,83	10,10	11,34	12,55	13,73	6,59	4,33	8,83	9,89	10,93	11,94
1300	7,95	9,36	10,72	12,04	13,34	14,60	6,98	4,50	9,36	10,50	11,61	12,69
1400	8,39	9,89	11,34	12,74	14,12	15,47	7,36	4,67	9,89	11,10	12,28	13,44
1500	8,83	10,41	11,94	13,44	14,89	16,33	7,73	4,84	10,41	11,69	12,94	14,17
1600	9,26	10,93	12,55	14,12	15,66	17,18	8,10	5,00	10,93	12,28	13,60	14,89
1700	9,68	11,44	13,14	14,80	16,42	18,02	8,47	5,15	11,44	12,86	14,25	15,61
1800	10,10	11,94	13,73	15,47	17,18	18,85	8,83	5,30	11,94	13,44	14,89	16,33
1900	10,52	12,45	14,31	16,14	17,92	19,68	9,19	5,45	12,45	14,01	15,53	17,03
2000	10,93	12,94	14,89	16,80	18,67	20,50	9,54	5,59	12,94	14,57	16,17	17,74
2500	12,94	15,37	17,74	20,05	22,32	24,55	11,27	6,25	15,37	17,35	19,28	21,19
3000	14,89	17,74	20,50	23,22	25,88	28,51	12,94	6,85	17,74	20,05	22,32	24,55
3500	16,80	20,05	23,22	26,32	29,38	32,39	14,57	7,40	20,05	22,69	25,29	27,85
4000	18,67	22,32	25,88	29,38	32,82	36,22	16,17	7,91	22,32	25,29	28,22	31,11
5000	22,32	26,76	31,11	35,38	39,59	43,76	19,28	8,85	26,76	30,39	33,96	37,49

Anexa I

Tabelul 18. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,74 l/s·ap; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,326 corespunzător unui grad de asigurare de 99%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,2	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,18	0,18
1,5	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21
1,7	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
2,0	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
2,5	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27
3,0	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,21	0,22	0,25	0,27	0,28	0,30
3,5	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,32
4	0,27	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,24	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35
5	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43	0,27	0,28	0,32	0,35	0,37	0,39
6	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,47	0,30	0,31	0,36	0,38	0,41	0,43
7	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,52	0,32	0,34	0,39	0,41	0,44	0,47
8	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,35	0,36	0,41	0,45	0,47	0,50
9	0,41	0,45	0,49	0,52	0,56	0,59	0,37	0,38	0,44	0,47	0,51	0,53
10	0,43	0,47	0,52	0,55	0,59	0,63	0,39	0,40	0,47	0,50	0,53	0,57
12	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65	0,69	0,43	0,44	0,52	0,55	0,59	0,63
14	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71	0,75	0,47	0,48	0,56	0,60	0,64	0,68
16	0,55	0,61	0,67	0,72	0,76	0,81	0,50	0,51	0,60	0,65	0,69	0,73
18	0,59	0,65	0,71	0,76	0,82	0,87	0,53	0,54	0,64	0,69	0,74	0,78
20	0,63	0,69	0,75	0,81	0,87	0,92	0,57	0,57	0,68	0,73	0,78	0,83
25	0,71	0,78	0,85	0,92	0,98	1,04	0,64	0,64	0,77	0,83	0,89	0,94
30	0,78	0,87	0,95	1,02	1,09	1,16	0,71	0,70	0,85	0,92	0,98	1,04
35	0,85	0,95	1,03	1,11	1,19	1,27	0,77	0,75	0,93	1,00	1,07	1,14
40	0,92	1,02	1,11	1,20	1,29	1,37	0,83	0,80	1,00	1,08	1,16	1,23
45	0,98	1,09	1,19	1,29	1,38	1,47	0,89	0,85	1,07	1,16	1,24	1,32
50	1,04	1,16	1,27	1,37	1,47	1,56	0,94	0,90	1,14	1,23	1,32	1,40
55	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55	1,65	0,99	0,94	1,20	1,30	1,39	1,48
60	1,16	1,29	1,41	1,53	1,64	1,74	1,04	0,98	1,27	1,37	1,47	1,56
65	1,21	1,35	1,48	1,60	1,72	1,83	1,09	1,02	1,33	1,44	1,54	1,64
70	1,27	1,41	1,54	1,67	1,79	1,91	1,14	1,06	1,39	1,50	1,61	1,71
75	1,32	1,47	1,61	1,74	1,87	2,00	1,19	1,10	1,44	1,56	1,68	1,79
80	1,37	1,53	1,67	1,81	1,95	2,08	1,23	1,14	1,50	1,62	1,74	1,86
85	1,42	1,58	1,73	1,88	2,02	2,15	1,28	1,17	1,55	1,68	1,81	1,93

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calculnu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 18 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,47	1,64	1,79	1,95	2,09	2,23	1,32	1,21	1,61	1,74	1,87	2,00
95	1,52	1,69	1,85	2,01	2,16	2,31	1,36	1,24	1,66	1,80	1,93	2,06
100	1,56	1,74	1,91	2,08	2,23	2,38	1,40	1,27	1,71	1,86	2,00	2,13
110	1,65	1,85	2,03	2,20	2,37	2,53	1,48	1,33	1,81	1,97	2,12	2,26
120	1,74	1,95	2,14	2,32	2,50	2,67	1,56	1,39	1,91	2,08	2,23	2,38
130	1,83	2,04	2,25	2,44	2,63	2,81	1,64	1,45	2,01	2,18	2,35	2,51
140	1,91	2,14	2,35	2,56	2,76	2,95	1,71	1,50	2,10	2,28	2,46	2,63
150	2,00	2,23	2,46	2,67	2,88	3,08	1,79	1,56	2,19	2,38	2,57	2,74
160	2,08	2,32	2,56	2,78	3,00	3,21	1,86	1,61	2,28	2,48	2,67	2,86
170	2,15	2,41	2,66	2,89	3,12	3,34	1,93	1,66	2,37	2,58	2,78	2,97
180	2,23	2,50	2,76	3,00	3,24	3,47	2,00	1,71	2,46	2,67	2,88	3,08
190	2,31	2,59	2,85	3,11	3,36	3,59	2,06	1,75	2,54	2,77	2,98	3,19
200	2,38	2,67	2,95	3,21	3,47	3,72	2,13	1,80	2,63	2,86	3,08	3,30
220	2,53	2,84	3,13	3,42	3,69	3,96	2,26	1,89	2,79	3,04	3,28	3,51
240	2,67	3,00	3,32	3,62	3,91	4,20	2,38	1,97	2,95	3,21	3,47	3,72
260	2,81	3,16	3,49	3,82	4,13	4,43	2,51	2,05	3,10	3,38	3,66	3,92
280	2,95	3,32	3,67	4,01	4,34	4,66	2,63	2,13	3,26	3,55	3,84	4,12
300	3,08	3,47	3,84	4,20	4,54	4,88	2,74	2,20	3,41	3,72	4,02	4,31
320	3,21	3,62	4,01	4,38	4,75	5,10	2,86	2,27	3,55	3,88	4,20	4,50
340	3,34	3,77	4,17	4,57	4,95	5,32	2,97	2,34	3,70	4,04	4,37	4,69
360	3,47	3,91	4,34	4,75	5,14	5,53	3,08	2,41	3,84	4,20	4,54	4,88
380	3,59	4,06	4,50	4,92	5,34	5,74	3,19	2,48	3,98	4,35	4,71	5,06
400	3,72	4,20	4,66	5,10	5,53	5,95	3,30	2,54	4,12	4,50	4,88	5,25
425	3,87	4,37	4,85	5,32	5,77	6,21	3,43	2,62	4,29	4,69	5,09	5,47
450	4,02	4,54	5,05	5,53	6,00	6,47	3,56	2,70	4,46	4,88	5,29	5,69
475	4,17	4,71	5,24	5,74	6,24	6,72	3,69	2,77	4,62	5,06	5,49	5,91
500	4,31	4,88	5,42	5,95	6,47	6,97	3,82	2,84	4,79	5,25	5,69	6,12
525	4,46	5,05	5,61	6,16	6,69	7,21	3,95	2,91	4,95	5,42	5,89	6,34
550	4,60	5,21	5,80	6,36	6,92	7,46	4,07	2,98	5,11	5,60	6,08	6,55
575	4,74	5,37	5,98	6,57	7,14	7,70	4,19	3,05	5,27	5,78	6,27	6,76
600	4,88	5,53	6,16	6,77	7,36	7,94	4,31	3,12	5,42	5,95	6,47	6,97
650	5,15	5,85	6,52	7,17	7,80	8,42	4,55	3,24	5,73	6,30	6,84	7,38
700	5,42	6,16	6,87	7,56	8,23	8,89	4,79	3,37	6,04	6,63	7,21	7,78
750	5,69	6,47	7,21	7,94	8,65	9,35	5,02	3,48	6,34	6,97	7,58	8,18
800	5,95	6,77	7,56	8,32	9,07	9,81	5,25	3,60	6,63	7,30	7,94	8,57
850	6,21	7,07	7,89	8,70	9,49	10,26	5,47	3,71	6,93	7,62	8,30	8,96
900	6,47	7,36	8,23	9,07	9,90	10,71	5,69	3,82	7,21	7,94	8,65	9,35
950	6,72	7,65	8,56	9,44	10,30	11,15	5,91	3,92	7,50	8,26	9,00	9,73
1000	6,97	7,94	8,89	9,81	10,71	11,59	6,12	4,02	7,78	8,57	9,35	10,11
1100	7,46	8,51	9,53	10,53	11,50	12,46	6,55	4,22	8,34	9,20	10,03	10,85
1200	7,94	9,07	10,17	11,24	12,29	13,32	6,97	4,41	8,89	9,81	10,71	11,59
1300	8,42	9,62	10,80	11,94	13,06	14,16	7,38	4,59	9,43	10,41	11,37	12,31
1400	8,89	10,17	11,41	12,63	13,82	15,00	7,78	4,76	9,96	11,00	12,03	13,03
1500	9,35	10,71	12,03	13,32	14,58	15,83	8,18	4,93	10,48	11,59	12,67	13,74
1600	9,81	11,24	12,63	13,99	15,33	16,65	8,57	5,09	11,00	12,17	13,32	14,44
1700	10,26	11,76	13,23	14,66	16,07	17,46	8,96	5,25	11,52	12,75	13,95	15,14
1800	10,71	12,29	13,82	15,33	16,81	18,27	9,35	5,40	12,03	13,32	14,58	15,83
1900	11,15	12,80	14,41	15,99	17,54	19,07	9,73	5,55	12,53	13,88	15,21	16,51
2000	11,59	13,32	15,00	16,65	18,27	19,86	10,11	5,70	13,03	14,44	15,83	17,19
2500	13,74	15,83	17,86	19,86	21,83	23,77	11,95	6,37	15,48	17,19	18,87	20,52
3000	15,83	18,27	20,65	23,00	25,31	27,59	13,74	6,98	17,86	19,86	21,83	23,77
3500	17,86	20,65	23,38	26,07	28,72	31,34	15,48	7,54	20,19	22,48	24,73	26,96
4000	19,86	23,00	26,07	29,10	32,08	35,03	17,19	8,07	22,48	25,05	27,59	30,10
5000	23,77	27,59	31,34	35,03	38,68	42,30	20,52	9,02	26,96	30,10	33,19	36,25

Anexa I

Tabelul 19. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,47 l/s·ap; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,054 corespunzător unui grad de asigurare de 98%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	60 l/zi·pers						50 l/zi·pers					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,2	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
1,5	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21
1,7	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,15	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22
2,0	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25	0,27	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24
2,5	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27
3,0	0,20	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,30
3,5	0,21	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,19	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32
4	0,23	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,35
5	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,23	0,27	0,31	0,34	0,37	0,39
6	0,28	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43
7	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,52	0,28	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47
8	0,33	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51
9	0,35	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,32	0,37	0,42	0,46	0,50	0,54
10	0,37	0,43	0,49	0,54	0,59	0,64	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57
12	0,41	0,48	0,54	0,60	0,65	0,70	0,37	0,43	0,49	0,54	0,59	0,64
14	0,45	0,52	0,59	0,65	0,71	0,77	0,40	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69
16	0,48	0,56	0,64	0,70	0,77	0,83	0,43	0,51	0,57	0,64	0,69	0,75
18	0,51	0,60	0,68	0,75	0,82	0,89	0,46	0,54	0,61	0,68	0,74	0,80
20	0,54	0,64	0,72	0,80	0,87	0,94	0,49	0,57	0,65	0,72	0,79	0,85
25	0,61	0,72	0,82	0,91	0,99	1,07	0,55	0,65	0,74	0,82	0,89	0,97
30	0,68	0,80	0,91	1,01	1,11	1,20	0,61	0,72	0,82	0,91	0,99	1,07
35	0,74	0,87	0,99	1,11	1,21	1,31	0,67	0,79	0,89	0,99	1,09	1,18
40	0,80	0,94	1,07	1,20	1,31	1,42	0,72	0,85	0,97	1,07	1,18	1,27
45	0,86	1,01	1,15	1,28	1,41	1,53	0,77	0,91	1,03	1,15	1,26	1,37
50	0,91	1,07	1,23	1,37	1,50	1,63	0,82	0,97	1,10	1,23	1,34	1,46
55	0,96	1,14	1,30	1,45	1,59	1,73	0,86	1,02	1,16	1,30	1,42	1,54
60	1,01	1,20	1,37	1,53	1,68	1,82	0,91	1,07	1,23	1,37	1,50	1,63
65	1,06	1,25	1,43	1,60	1,76	1,92	0,95	1,13	1,29	1,43	1,58	1,71
70	1,11	1,31	1,50	1,68	1,85	2,01	0,99	1,18	1,34	1,50	1,65	1,79
75	1,15	1,37	1,57	1,75	1,93	2,10	1,03	1,23	1,40	1,57	1,72	1,87
80	1,20	1,42	1,63	1,82	2,01	2,18	1,07	1,27	1,46	1,63	1,79	1,95
85	1,24	1,47	1,69	1,89	2,09	2,27	1,11	1,32	1,51	1,69	1,86	2,02

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 19 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,28	1,53	1,75	1,96	2,16	2,36	1,15	1,37	1,57	1,75	1,93	2,10
95	1,33	1,58	1,81	2,03	2,24	2,44	1,19	1,41	1,62	1,81	1,99	2,17
100	1,37	1,63	1,87	2,10	2,31	2,52	1,23	1,46	1,67	1,87	2,06	2,24
110	1,45	1,73	1,98	2,23	2,46	2,68	1,30	1,54	1,77	1,98	2,19	2,38
120	1,53	1,82	2,10	2,36	2,60	2,84	1,37	1,63	1,87	2,10	2,31	2,52
130	1,60	1,92	2,21	2,48	2,74	2,99	1,43	1,71	1,97	2,21	2,44	2,66
140	1,68	2,01	2,31	2,60	2,88	3,15	1,50	1,79	2,06	2,31	2,56	2,79
150	1,75	2,10	2,42	2,72	3,01	3,29	1,57	1,87	2,15	2,42	2,67	2,92
160	1,82	2,18	2,52	2,84	3,15	3,44	1,63	1,95	2,24	2,52	2,79	3,04
170	1,89	2,27	2,62	2,96	3,27	3,58	1,69	2,02	2,33	2,62	2,90	3,17
180	1,96	2,36	2,72	3,07	3,40	3,72	1,75	2,10	2,42	2,72	3,01	3,29
190	2,03	2,44	2,82	3,18	3,53	3,86	1,81	2,17	2,50	2,82	3,12	3,42
200	2,10	2,52	2,92	3,29	3,65	4,00	1,87	2,24	2,59	2,92	3,23	3,54
220	2,23	2,68	3,11	3,51	3,90	4,27	1,98	2,38	2,76	3,11	3,45	3,77
240	2,36	2,84	3,29	3,72	4,14	4,54	2,10	2,52	2,92	3,29	3,65	4,00
260	2,48	2,99	3,48	3,93	4,38	4,80	2,21	2,66	3,08	3,48	3,86	4,23
280	2,60	3,15	3,65	4,14	4,61	5,06	2,31	2,79	3,23	3,65	4,06	4,45
300	2,72	3,29	3,83	4,34	4,84	5,31	2,42	2,92	3,38	3,83	4,26	4,67
320	2,84	3,44	4,00	4,54	5,06	5,56	2,52	3,04	3,54	4,00	4,45	4,89
340	2,96	3,58	4,17	4,74	5,28	5,81	2,62	3,17	3,68	4,17	4,65	5,10
360	3,07	3,72	4,34	4,93	5,50	6,05	2,72	3,29	3,83	4,34	4,84	5,31
380	3,18	3,86	4,51	5,12	5,72	6,30	2,82	3,42	3,97	4,51	5,02	5,52
400	3,29	4,00	4,67	5,31	5,93	6,54	2,92	3,54	4,12	4,67	5,21	5,73
425	3,43	4,17	4,88	5,55	6,20	6,83	3,04	3,68	4,29	4,88	5,44	5,98
450	3,57	4,34	5,08	5,78	6,46	7,12	3,15	3,83	4,47	5,08	5,66	6,24
475	3,70	4,51	5,27	6,01	6,72	7,41	3,27	3,97	4,64	5,27	5,89	6,49
500	3,83	4,67	5,47	6,24	6,98	7,70	3,38	4,12	4,81	5,47	6,11	6,73
525	3,96	4,84	5,66	6,46	7,23	7,99	3,50	4,26	4,98	5,66	6,33	6,98
550	4,09	5,00	5,86	6,68	7,49	8,27	3,61	4,40	5,14	5,86	6,55	7,22
575	4,22	5,16	6,05	6,90	7,74	8,55	3,72	4,54	5,31	6,05	6,76	7,46
600	4,34	5,31	6,24	7,12	7,99	8,83	3,83	4,67	5,47	6,24	6,98	7,70
650	4,59	5,63	6,61	7,56	8,48	9,38	4,05	4,94	5,79	6,61	7,40	8,17
700	4,84	5,93	6,98	7,99	8,96	9,92	4,26	5,21	6,11	6,98	7,82	8,64
750	5,08	6,24	7,34	8,41	9,45	10,46	4,47	5,47	6,42	7,34	8,23	9,10
800	5,31	6,54	7,70	8,83	9,92	10,99	4,67	5,73	6,73	7,70	8,64	9,56
850	5,55	6,83	8,06	9,24	10,39	11,52	4,88	5,98	7,04	8,06	9,05	10,01
900	5,78	7,12	8,41	9,65	10,86	12,04	5,08	6,24	7,34	8,41	9,45	10,46
950	6,01	7,41	8,76	10,06	11,32	12,56	5,27	6,49	7,64	8,76	9,84	10,90
1000	6,24	7,70	9,10	10,46	11,78	13,08	5,47	6,73	7,94	9,10	10,24	11,34
1100	6,68	8,27	9,79	11,26	12,69	14,10	5,86	7,22	8,52	9,79	11,01	12,22
1200	7,12	8,83	10,46	12,04	13,59	15,11	6,24	7,70	9,10	10,46	11,78	13,08
1300	7,56	9,38	11,12	12,82	14,48	16,10	6,61	8,17	9,67	11,12	12,54	13,93
1400	7,99	9,92	11,78	13,59	15,36	17,09	6,98	8,64	10,24	11,78	13,29	14,77
1500	8,41	10,46	12,43	14,35	16,23	18,07	7,34	9,10	10,79	12,43	14,03	15,61
1600	8,83	10,99	13,08	15,11	17,09	19,04	7,70	9,56	11,34	13,08	14,77	16,43
1700	9,24	11,52	13,72	15,86	17,95	20,01	8,06	10,01	11,89	13,72	15,50	17,26
1800	9,65	12,04	14,35	16,60	18,80	20,97	8,41	10,46	12,43	14,35	16,23	18,07
1900	10,06	12,56	14,98	17,34	19,65	21,92	8,76	10,90	12,97	14,98	16,95	18,88
2000	10,46	13,08	15,61	18,07	20,49	22,87	9,10	11,34	13,50	15,61	17,66	19,69
2500	12,43	15,61	18,68	21,68	24,63	27,54	10,79	13,50	16,12	18,68	21,19	23,65
3000	14,35	18,07	21,68	25,22	28,69	32,12	12,43	15,61	18,68	21,68	24,63	27,54
3500	16,23	20,49	24,63	28,69	32,68	36,63	14,03	17,66	21,19	24,63	28,02	31,36
4000	18,07	22,87	27,54	32,12	36,63	41,09	15,61	19,69	23,65	27,54	31,36	35,13
5000	21,68	27,54	33,25	38,86	44,40	49,88	18,68	23,65	28,50	33,25	37,93	42,56

Anexa I

Tabelul 20. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = *0,54* l/s·ap; n_{oz} =19 ore/zi și *y= 2,054* corespunzător unui grad de asigurare de 98%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	60 l/zi.pers						50 l/zi.pers					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,2	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
1,5	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21
1,7	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
2,0	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24
2,5	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27
3,0	0,21	0,24	0,26	0,29	0,31	0,33	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
3,5	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,35	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32
4	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34
5	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39
6	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43
7	0,33	0,37	0,41	0,45	0,48	0,52	0,30	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47
8	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,32	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50
9	0,38	0,43	0,47	0,52	0,56	0,59	0,34	0,39	0,43	0,47	0,50	0,54
10	0,40	0,45	0,50	0,55	0,59	0,63	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57
12	0,44	0,50	0,56	0,60	0,65	0,70	0,40	0,45	0,50	0,55	0,59	0,63
14	0,48	0,55	0,60	0,66	0,71	0,76	0,44	0,49	0,55	0,60	0,64	0,69
16	0,52	0,59	0,65	0,71	0,77	0,82	0,47	0,53	0,59	0,64	0,69	0,74
18	0,56	0,63	0,70	0,76	0,82	0,88	0,50	0,57	0,63	0,69	0,74	0,79
20	0,59	0,67	0,74	0,81	0,87	0,93	0,53	0,60	0,67	0,73	0,78	0,84
25	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	1,06	0,60	0,68	0,76	0,83	0,89	0,95
30	0,74	0,84	0,93	1,02	1,10	1,18	0,67	0,76	0,84	0,92	0,99	1,06
35	0,81	0,92	1,02	1,12	1,21	1,29	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08	1,16
40	0,87	0,99	1,10	1,21	1,31	1,40	0,78	0,89	0,99	1,08	1,17	1,26
45	0,93	1,06	1,18	1,29	1,40	1,51	0,84	0,95	1,06	1,16	1,26	1,35
50	0,99	1,13	1,26	1,38	1,50	1,61	0,89	1,01	1,13	1,24	1,34	1,44
55	1,05	1,19	1,33	1,46	1,59	1,70	0,94	1,07	1,19	1,31	1,42	1,52
60	1,10	1,26	1,40	1,54	1,67	1,80	0,99	1,13	1,26	1,38	1,50	1,61
65	1,16	1,32	1,47	1,62	1,76	1,89	1,04	1,18	1,32	1,45	1,57	1,69
70	1,21	1,38	1,54	1,69	1,84	1,98	1,08	1,24	1,38	1,51	1,64	1,77
75	1,26	1,44	1,61	1,77	1,92	2,07	1,13	1,29	1,44	1,58	1,72	1,85
80	1,31	1,50	1,67	1,84	2,00	2,16	1,17	1,34	1,50	1,64	1,79	1,92
85	1,36	1,55	1,74	1,91	2,08	2,24	1,22	1,39	1,55	1,71	1,85	2,00

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 20 (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,40	1,61	1,80	1,98	2,16	2,32	1,26	1,44	1,61	1,77	1,92	2,07
95	1,45	1,66	1,86	2,05	2,23	2,41	1,30	1,49	1,66	1,83	1,99	2,14
100	1,50	1,72	1,92	2,12	2,31	2,49	1,34	1,53	1,72	1,89	2,05	2,21
110	1,59	1,82	2,04	2,25	2,45	2,65	1,42	1,63	1,82	2,00	2,18	2,35
120	1,67	1,92	2,16	2,38	2,59	2,80	1,50	1,72	1,92	2,12	2,31	2,49
130	1,76	2,02	2,27	2,50	2,73	2,95	1,57	1,80	2,02	2,23	2,43	2,62
140	1,84	2,12	2,38	2,63	2,87	3,10	1,64	1,89	2,12	2,34	2,55	2,75
150	1,92	2,21	2,49	2,75	3,00	3,25	1,72	1,97	2,21	2,44	2,66	2,88
160	2,00	2,31	2,59	2,87	3,13	3,39	1,79	2,05	2,31	2,55	2,78	3,00
170	2,08	2,40	2,70	2,99	3,26	3,53	1,85	2,13	2,40	2,65	2,89	3,13
180	2,16	2,49	2,80	3,10	3,39	3,67	1,92	2,21	2,49	2,75	3,00	3,25
190	2,23	2,58	2,90	3,22	3,52	3,81	1,99	2,29	2,58	2,85	3,11	3,37
200	2,31	2,66	3,00	3,33	3,64	3,95	2,05	2,37	2,66	2,95	3,22	3,49
220	2,45	2,83	3,20	3,55	3,89	4,21	2,18	2,52	2,83	3,14	3,43	3,72
240	2,59	3,00	3,39	3,76	4,12	4,47	2,31	2,66	3,00	3,33	3,64	3,95
260	2,73	3,17	3,58	3,98	4,36	4,73	2,43	2,81	3,17	3,51	3,84	4,17
280	2,87	3,33	3,76	4,18	4,59	4,99	2,55	2,95	3,33	3,69	4,05	4,39
300	3,00	3,49	3,95	4,39	4,82	5,23	2,66	3,08	3,49	3,87	4,24	4,60
320	3,13	3,64	4,12	4,59	5,04	5,48	2,78	3,22	3,64	4,05	4,44	4,82
340	3,26	3,79	4,30	4,79	5,26	5,72	2,89	3,35	3,79	4,22	4,63	5,03
360	3,39	3,95	4,47	4,99	5,48	5,96	3,00	3,49	3,95	4,39	4,82	5,23
380	3,52	4,09	4,65	5,18	5,70	6,20	3,11	3,62	4,09	4,56	5,00	5,44
400	3,64	4,24	4,82	5,37	5,91	6,44	3,22	3,74	4,24	4,72	5,19	5,64
425	3,79	4,42	5,03	5,61	6,17	6,73	3,35	3,90	4,42	4,93	5,42	5,89
450	3,95	4,60	5,23	5,84	6,44	7,01	3,49	4,06	4,60	5,13	5,64	6,14
475	4,09	4,78	5,44	6,08	6,69	7,30	3,62	4,21	4,78	5,33	5,87	6,39
500	4,24	4,96	5,64	6,31	6,95	7,58	3,74	4,36	4,96	5,53	6,09	6,63
525	4,39	5,13	5,84	6,53	7,20	7,86	3,87	4,51	5,13	5,73	6,31	6,87
550	4,53	5,30	6,04	6,76	7,46	8,14	4,00	4,66	5,30	5,92	6,52	7,11
575	4,68	5,47	6,24	6,98	7,71	8,41	4,12	4,81	5,47	6,11	6,74	7,35
600	4,82	5,64	6,44	7,20	7,95	8,69	4,24	4,96	5,64	6,31	6,95	7,58
650	5,10	5,98	6,82	7,64	8,44	9,23	4,48	5,25	5,98	6,68	7,37	8,05
700	5,37	6,31	7,20	8,08	8,93	9,76	4,72	5,53	6,31	7,06	7,79	8,51
750	5,64	6,63	7,58	8,51	9,41	10,29	4,96	5,81	6,63	7,43	8,20	8,96
800	5,91	6,95	7,95	8,93	9,88	10,82	5,19	6,09	6,95	7,79	8,61	9,41
850	6,17	7,27	8,32	9,35	10,35	11,33	5,42	6,36	7,27	8,15	9,01	9,85
900	6,44	7,58	8,69	9,76	10,82	11,85	5,64	6,63	7,58	8,51	9,41	10,29
950	6,69	7,89	9,05	10,17	11,28	12,36	5,87	6,90	7,89	8,86	9,80	10,73
1000	6,95	8,20	9,41	10,58	11,73	12,86	6,09	7,16	8,20	9,21	10,19	11,16
1100	7,46	8,81	10,12	11,39	12,64	13,87	6,52	7,69	8,81	9,90	10,97	12,02
1200	7,95	9,41	10,82	12,19	13,53	14,86	6,95	8,20	9,41	10,58	11,73	12,86
1300	8,44	10,00	11,51	12,98	14,42	15,83	7,37	8,71	10,00	11,26	12,49	13,70
1400	8,93	10,58	12,19	13,75	15,29	16,80	7,79	9,21	10,58	11,92	13,24	14,53
1500	9,41	11,16	12,86	14,53	16,16	17,77	8,20	9,70	11,16	12,58	13,98	15,35
1600	9,88	11,73	13,53	15,29	17,02	18,72	8,61	10,19	11,73	13,24	14,71	16,16
1700	10,35	12,30	14,20	16,05	17,87	19,67	9,01	10,68	12,30	13,88	15,44	16,97
1800	10,82	12,86	14,86	16,80	18,72	20,61	9,41	11,16	12,86	14,53	16,16	17,77
1900	11,28	13,42	15,51	17,55	19,56	21,54	9,80	11,64	13,42	15,16	16,88	18,56
2000	11,73	13,98	16,16	18,30	20,40	22,47	10,19	12,11	13,98	15,80	17,59	19,35
2500	13,98	16,70	19,35	21,96	24,52	27,06	12,11	14,44	16,70	18,91	21,09	23,24
3000	16,16	19,35	22,47	25,54	28,56	31,55	13,98	16,70	19,35	21,96	24,52	27,06
3500	18,30	21,96	25,54	29,06	32,54	35,97	15,80	18,91	21,96	24,95	27,89	30,80
4000	20,40	24,52	28,56	32,54	36,46	40,35	17,59	21,09	24,52	27,89	31,22	34,51
5000	24,52	29,56	34,51	39,38	44,20	48,97	21,09	25,37	29,56	33,69	37,76	41,79

Anexa I

Tabelul 21. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,64 l/s·ap; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,054 corespunzător unui grad de asigurare de 98%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	60 l/zi·pers						50 l/zi·pers					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,2	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17
1,5	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19
1,7	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
2,0	0,16	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22
2,5	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,16	0,17	0,20	0,22	0,23	0,25
3,0	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,18	0,19	0,22	0,24	0,25	0,27
3,5	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,19	0,21	0,24	0,26	0,28	0,29
4	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,21	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32
5	0,25	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,23	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35
6	0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,25	0,27	0,32	0,34	0,37	0,39
7	0,30	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,28	0,29	0,34	0,37	0,40	0,43
8	0,33	0,37	0,41	0,44	0,47	0,51	0,30	0,31	0,37	0,40	0,43	0,46
9	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	0,32	0,33	0,39	0,43	0,46	0,49
10	0,37	0,41	0,46	0,50	0,54	0,57	0,33	0,35	0,41	0,45	0,48	0,52
12	0,41	0,46	0,51	0,55	0,59	0,63	0,37	0,38	0,46	0,50	0,54	0,57
14	0,44	0,50	0,55	0,60	0,65	0,69	0,40	0,41	0,50	0,54	0,58	0,62
16	0,47	0,54	0,59	0,65	0,70	0,74	0,43	0,44	0,54	0,58	0,63	0,67
18	0,51	0,57	0,63	0,69	0,74	0,80	0,46	0,47	0,57	0,62	0,67	0,72
20	0,54	0,61	0,67	0,73	0,79	0,84	0,48	0,49	0,61	0,66	0,71	0,76
25	0,61	0,69	0,76	0,83	0,90	0,96	0,55	0,55	0,69	0,75	0,81	0,86
30	0,67	0,76	0,84	0,92	1,00	1,07	0,61	0,60	0,76	0,83	0,90	0,96
35	0,73	0,83	0,92	1,01	1,09	1,17	0,66	0,65	0,83	0,91	0,98	1,05
40	0,79	0,90	1,00	1,09	1,18	1,27	0,71	0,70	0,90	0,98	1,06	1,14
45	0,84	0,96	1,07	1,17	1,27	1,36	0,76	0,74	0,96	1,05	1,14	1,22
50	0,90	1,02	1,14	1,25	1,35	1,45	0,81	0,78	1,02	1,12	1,21	1,30
55	0,95	1,08	1,20	1,32	1,43	1,54	0,85	0,82	1,08	1,18	1,28	1,37
60	1,00	1,14	1,27	1,39	1,51	1,62	0,90	0,85	1,14	1,25	1,35	1,45
65	1,05	1,19	1,33	1,46	1,58	1,70	0,94	0,89	1,19	1,31	1,42	1,52
70	1,09	1,25	1,39	1,53	1,66	1,78	0,98	0,92	1,25	1,37	1,48	1,59
75	1,14	1,30	1,45	1,59	1,73	1,86	1,02	0,95	1,30	1,42	1,54	1,66
80	1,18	1,35	1,51	1,66	1,80	1,94	1,06	0,99	1,35	1,48	1,61	1,73
85	1,22	1,40	1,56	1,72	1,87	2,01	1,10	1,02	1,40	1,54	1,67	1,79

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 21 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,27	1,45	1,62	1,78	1,94	2,09	1,14	1,04	1,45	1,59	1,73	1,86
95	1,31	1,50	1,67	1,84	2,00	2,16	1,17	1,07	1,50	1,65	1,79	1,92
100	1,35	1,54	1,73	1,90	2,07	2,23	1,21	1,10	1,54	1,70	1,85	1,99
110	1,43	1,64	1,83	2,02	2,20	2,37	1,28	1,16	1,64	1,80	1,96	2,11
120	1,51	1,73	1,94	2,13	2,32	2,51	1,35	1,21	1,73	1,90	2,07	2,23
130	1,58	1,82	2,04	2,25	2,45	2,64	1,42	1,26	1,82	2,00	2,18	2,35
140	1,66	1,90	2,13	2,35	2,57	2,77	1,48	1,30	1,90	2,10	2,28	2,46
150	1,73	1,99	2,23	2,46	2,69	2,90	1,54	1,35	1,99	2,19	2,39	2,57
160	1,80	2,07	2,32	2,57	2,80	3,03	1,61	1,39	2,07	2,28	2,49	2,69
170	1,87	2,15	2,42	2,67	2,91	3,15	1,67	1,44	2,15	2,37	2,59	2,79
180	1,94	2,23	2,51	2,77	3,03	3,27	1,73	1,48	2,23	2,46	2,69	2,90
190	2,00	2,31	2,60	2,87	3,14	3,40	1,79	1,52	2,31	2,55	2,78	3,01
200	2,07	2,39	2,69	2,97	3,25	3,51	1,85	1,56	2,39	2,64	2,88	3,11
220	2,20	2,54	2,86	3,17	3,46	3,75	1,96	1,63	2,54	2,81	3,06	3,31
240	2,32	2,69	3,03	3,36	3,67	3,98	2,07	1,71	2,69	2,97	3,25	3,51
260	2,45	2,83	3,19	3,54	3,88	4,20	2,18	1,78	2,83	3,13	3,43	3,71
280	2,57	2,97	3,36	3,72	4,08	4,43	2,28	1,84	2,97	3,29	3,60	3,90
300	2,69	3,11	3,51	3,90	4,28	4,64	2,39	1,91	3,11	3,45	3,78	4,09
320	2,80	3,25	3,67	4,08	4,47	4,86	2,49	1,97	3,25	3,60	3,95	4,28
340	2,91	3,38	3,83	4,25	4,67	5,07	2,59	2,03	3,38	3,75	4,11	4,46
360	3,03	3,51	3,98	4,43	4,86	5,28	2,69	2,09	3,51	3,90	4,28	4,64
380	3,14	3,65	4,13	4,60	5,05	5,49	2,78	2,15	3,65	4,05	4,44	4,82
400	3,25	3,78	4,28	4,76	5,23	5,69	2,88	2,20	3,78	4,20	4,60	5,00
425	3,38	3,93	4,46	4,97	5,47	5,95	2,99	2,27	3,93	4,38	4,80	5,22
450	3,51	4,09	4,64	5,18	5,69	6,20	3,11	2,34	4,09	4,55	5,00	5,44
475	3,65	4,25	4,82	5,38	5,92	6,45	3,22	2,40	4,25	4,73	5,20	5,65
500	3,78	4,40	5,00	5,58	6,14	6,69	3,34	2,47	4,40	4,90	5,39	5,86
525	3,90	4,55	5,18	5,78	6,36	6,93	3,45	2,53	4,55	5,07	5,58	6,07
550	4,03	4,70	5,35	5,97	6,58	7,18	3,56	2,59	4,70	5,24	5,77	6,28
575	4,15	4,85	5,52	6,17	6,80	7,41	3,67	2,64	4,85	5,41	5,96	6,49
600	4,28	5,00	5,69	6,36	7,01	7,65	3,78	2,70	5,00	5,58	6,14	6,69
650	4,52	5,29	6,03	6,75	7,44	8,12	3,99	2,81	5,29	5,91	6,51	7,10
700	4,76	5,58	6,36	7,12	7,86	8,59	4,20	2,92	5,58	6,23	6,87	7,49
750	5,00	5,86	6,69	7,49	8,28	9,04	4,40	3,02	5,86	6,55	7,23	7,89
800	5,23	6,14	7,01	7,86	8,69	9,50	4,60	3,12	6,14	6,87	7,58	8,28
850	5,47	6,42	7,34	8,23	9,09	9,95	4,80	3,22	6,42	7,18	7,93	8,66
900	5,69	6,69	7,65	8,59	9,50	10,39	5,00	3,31	6,69	7,49	8,28	9,04
950	5,92	6,96	7,97	8,94	9,90	10,83	5,20	3,40	6,96	7,80	8,62	9,42
1000	6,14	7,23	8,28	9,30	10,29	11,27	5,39	3,49	7,23	8,10	8,96	9,80
1100	6,58	7,76	8,89	10,00	11,07	12,13	5,77	3,66	7,76	8,70	9,63	10,54
1200	7,01	8,28	9,50	10,68	11,85	12,99	6,14	3,82	8,28	9,30	10,29	11,27
1300	7,44	8,79	10,09	11,37	12,61	13,83	6,51	3,98	8,79	9,88	10,95	11,99
1400	7,86	9,30	10,68	12,04	13,37	14,67	6,87	4,13	9,30	10,46	11,59	12,71
1500	8,28	9,80	11,27	12,71	14,11	15,50	7,23	4,27	9,80	11,03	12,23	13,41
1600	8,69	10,29	11,85	13,37	14,86	16,32	7,58	4,42	10,29	11,59	12,86	14,11
1700	9,09	10,78	12,42	14,02	15,59	17,14	7,93	4,55	10,78	12,15	13,49	14,81
1800	9,50	11,27	12,99	14,67	16,32	17,95	8,28	4,68	11,27	12,71	14,11	15,50
1900	9,90	11,75	13,55	15,32	17,05	18,75	8,62	4,81	11,75	13,26	14,73	16,18
2000	10,29	12,23	14,11	15,96	17,77	19,55	8,96	4,94	12,23	13,80	15,35	16,87
2500	12,23	14,58	16,87	19,11	21,31	23,48	10,62	5,52	14,58	16,49	18,36	20,21
3000	14,11	16,87	19,55	22,18	24,78	27,34	12,23	6,05	16,87	19,11	21,31	23,48
3500	15,96	19,11	22,18	25,21	28,19	31,13	13,80	6,54	19,11	21,67	24,20	26,70
4000	17,77	21,31	24,78	28,19	31,55	34,87	15,35	6,99	21,31	24,20	27,06	29,87
5000	21,31	25,63	29,87	34,05	38,17	42,25	18,36	7,82	25,63	29,17	32,66	36,11

Anexa I

Tabelul 22. Debitul de calcul pentru apă caldă la locuințe în funcție de necesarul specific de apă, numărul de persoane pe apartament și suma debitelor specifice ale armăturilor pentru: $\dot{V}_{sa}$ = 0,74 l/s·ap; n_{oz} =19 ore/zi și y= 2,054 corespunzător unui grad de asigurare de 98%.

$\Sigma n\dot{V}_s$ [l/s]	$\dot{V}_{cs}$ [l/s]											
	60 l/zi·pers						50 l/zi·pers					
	N_a pers/ap.						N_a pers/ap.					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
0	1	2	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,40	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,50	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,60	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,0	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
1,2	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
1,5	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18
1,7	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
2,0	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21
2,5	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,26	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
3,0	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,29	0,18	0,19	0,22	0,24	0,25	0,26
3,5	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,20	0,21	0,24	0,26	0,27	0,29
4	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,21	0,22	0,26	0,27	0,29	0,31
5	0,26	0,29	0,32	0,34	0,36	0,38	0,24	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35
6	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40	0,42	0,26	0,27	0,32	0,34	0,36	0,38
7	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,29	0,30	0,34	0,37	0,39	0,42
8	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47	0,49	0,31	0,32	0,37	0,40	0,42	0,45
9	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,33	0,34	0,39	0,42	0,45	0,48
10	0,38	0,42	0,46	0,49	0,53	0,56	0,35	0,35	0,42	0,45	0,48	0,51
12	0,42	0,47	0,51	0,55	0,58	0,62	0,38	0,39	0,46	0,49	0,53	0,56
14	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,67	0,42	0,42	0,50	0,54	0,57	0,61
16	0,49	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	0,45	0,45	0,54	0,58	0,62	0,66
18	0,53	0,58	0,64	0,69	0,73	0,78	0,48	0,48	0,57	0,62	0,66	0,70
20	0,56	0,62	0,67	0,73	0,78	0,83	0,51	0,50	0,61	0,66	0,70	0,74
25	0,63	0,70	0,77	0,83	0,88	0,94	0,57	0,56	0,69	0,74	0,80	0,85
30	0,70	0,78	0,85	0,92	0,98	1,04	0,63	0,61	0,77	0,83	0,88	0,94
35	0,77	0,85	0,93	1,00	1,07	1,14	0,69	0,66	0,84	0,90	0,97	1,03
40	0,83	0,92	1,00	1,08	1,16	1,24	0,74	0,71	0,90	0,97	1,04	1,11
45	0,88	0,98	1,07	1,16	1,25	1,33	0,80	0,75	0,97	1,04	1,12	1,19
50	0,94	1,04	1,14	1,24	1,33	1,41	0,85	0,79	1,03	1,11	1,19	1,27
55	0,99	1,10	1,21	1,31	1,41	1,50	0,89	0,83	1,09	1,17	1,26	1,34
60	1,04	1,16	1,27	1,38	1,48	1,58	0,94	0,87	1,14	1,24	1,33	1,41
65	1,09	1,22	1,34	1,45	1,56	1,66	0,98	0,90	1,20	1,30	1,39	1,48
70	1,14	1,27	1,40	1,52	1,63	1,74	1,03	0,94	1,25	1,36	1,46	1,55
75	1,19	1,33	1,46	1,58	1,70	1,81	1,07	0,97	1,31	1,41	1,52	1,62
80	1,24	1,38	1,52	1,64	1,77	1,89	1,11	1,00	1,36	1,47	1,58	1,69
85	1,28	1,43	1,57	1,71	1,84	1,96	1,15	1,03	1,41	1,53	1,64	1,75

Notă: pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mică de 0,15 l/s, debitul de calcul este egal cu suma debitelor specifice, iar pentru suma debitelor specifice ale armăturilor mai mare de 0,15 l/s, debitul de calcul nu poate fi mai mic de 0,15 l/s (zona cuprinsă între linia orizontală pentru 0,15 l/s și linia în trepte).

Anexa I

Tabelul 22 (continuare)												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90	1,33	1,48	1,63	1,77	1,90	2,03	1,19	1,06	1,46	1,58	1,70	1,81
95	1,37	1,53	1,68	1,83	1,97	2,10	1,23	1,09	1,51	1,63	1,76	1,88
100	1,41	1,58	1,74	1,89	2,03	2,17	1,27	1,12	1,55	1,69	1,81	1,94
110	1,50	1,68	1,84	2,00	2,16	2,31	1,34	1,18	1,65	1,79	1,93	2,06
120	1,58	1,77	1,95	2,12	2,28	2,44	1,41	1,23	1,74	1,89	2,03	2,17
130	1,66	1,86	2,05	2,23	2,40	2,57	1,48	1,28	1,83	1,99	2,14	2,29
140	1,74	1,95	2,15	2,34	2,52	2,70	1,55	1,33	1,91	2,08	2,24	2,40
150	1,81	2,03	2,24	2,44	2,64	2,83	1,62	1,37	2,00	2,17	2,34	2,51
160	1,89	2,12	2,34	2,55	2,75	2,95	1,69	1,42	2,08	2,27	2,44	2,62
170	1,96	2,20	2,43	2,65	2,86	3,07	1,75	1,46	2,16	2,36	2,54	2,72
180	2,03	2,28	2,52	2,75	2,97	3,19	1,81	1,51	2,24	2,44	2,64	2,83
190	2,10	2,36	2,61	2,85	3,08	3,31	1,88	1,55	2,32	2,53	2,73	2,93
200	2,17	2,44	2,70	2,95	3,19	3,42	1,94	1,59	2,40	2,62	2,83	3,03
220	2,31	2,60	2,88	3,14	3,40	3,65	2,06	1,67	2,55	2,78	3,01	3,23
240	2,44	2,75	3,05	3,33	3,60	3,87	2,17	1,74	2,70	2,95	3,19	3,42
260	2,57	2,90	3,21	3,51	3,81	4,09	2,29	1,81	2,85	3,11	3,36	3,61
280	2,70	3,05	3,38	3,69	4,00	4,31	2,40	1,88	2,99	3,27	3,54	3,80
300	2,83	3,19	3,54	3,87	4,20	4,52	2,51	1,95	3,13	3,42	3,71	3,98
320	2,95	3,33	3,69	4,05	4,39	4,73	2,62	2,01	3,27	3,57	3,87	4,16
340	3,07	3,47	3,85	4,22	4,58	4,93	2,72	2,07	3,40	3,72	4,04	4,34
360	3,19	3,60	4,00	4,39	4,77	5,13	2,83	2,13	3,54	3,87	4,20	4,52
380	3,31	3,74	4,16	4,56	4,95	5,33	2,93	2,19	3,67	4,02	4,36	4,69
400	3,42	3,87	4,31	4,73	5,13	5,53	3,03	2,25	3,80	4,16	4,52	4,86
425	3,56	4,04	4,49	4,93	5,36	5,78	3,15	2,32	3,96	4,34	4,71	5,08
450	3,71	4,20	4,67	5,13	5,58	6,02	3,28	2,38	4,12	4,52	4,91	5,28
475	3,84	4,36	4,85	5,33	5,80	6,26	3,40	2,45	4,27	4,69	5,10	5,49
500	3,98	4,52	5,03	5,53	6,02	6,50	3,52	2,51	4,43	4,86	5,28	5,70
525	4,12	4,67	5,21	5,73	6,24	6,73	3,64	2,57	4,58	5,03	5,47	5,90
550	4,25	4,83	5,38	5,92	6,45	6,97	3,75	2,63	4,73	5,20	5,66	6,10
575	4,39	4,98	5,56	6,12	6,66	7,20	3,87	2,69	4,88	5,37	5,84	6,30
600	4,52	5,13	5,73	6,31	6,88	7,43	3,98	2,75	5,03	5,53	6,02	6,50
650	4,78	5,43	6,07	6,69	7,29	7,88	4,21	2,86	5,33	5,86	6,38	6,89
700	5,03	5,73	6,40	7,06	7,70	8,33	4,43	2,97	5,62	6,18	6,73	7,28
750	5,28	6,02	6,73	7,43	8,11	8,78	4,65	3,08	5,90	6,50	7,08	7,66
800	5,53	6,31	7,06	7,79	8,51	9,21	4,86	3,18	6,18	6,81	7,43	8,03
850	5,78	6,59	7,38	8,15	8,91	9,65	5,08	3,28	6,46	7,12	7,77	8,41
900	6,02	6,88	7,70	8,51	9,30	10,08	5,28	3,37	6,73	7,43	8,11	8,78
950	6,26	7,15	8,02	8,86	9,69	10,50	5,49	3,46	7,01	7,73	8,44	9,14
1000	6,50	7,43	8,33	9,21	10,08	10,93	5,70	3,56	7,28	8,03	8,78	9,50
1100	6,97	7,97	8,95	9,91	10,84	11,76	6,10	3,73	7,81	8,63	9,43	10,22
1200	7,43	8,51	9,56	10,59	11,60	12,59	6,50	3,90	8,33	9,21	10,08	10,93
1300	7,88	9,04	10,16	11,26	12,34	13,41	6,89	4,05	8,85	9,79	10,72	11,63
1400	8,33	9,56	10,76	11,93	13,08	14,21	7,28	4,21	9,36	10,36	11,35	12,32
1500	8,78	10,08	11,35	12,59	13,81	15,01	7,66	4,36	9,86	10,93	11,97	13,00
1600	9,21	10,59	11,93	13,24	14,54	15,81	8,03	4,50	10,36	11,49	12,59	13,68
1700	9,65	11,10	12,51	13,89	15,25	16,60	8,41	4,64	10,86	12,04	13,20	14,35
1800	10,08	11,60	13,08	14,54	15,97	17,38	8,78	4,77	11,35	12,59	13,81	15,01
1900	10,50	12,10	13,65	15,17	16,67	18,15	9,14	4,91	11,83	13,14	14,42	15,68
2000	10,93	12,59	14,21	15,81	17,38	18,93	9,50	5,03	12,32	13,68	15,01	16,33
2500	13,00	15,01	16,99	18,93	20,84	22,72	11,28	5,63	14,68	16,33	17,96	19,57
3000	15,01	17,38	19,69	21,97	24,22	26,44	13,00	6,17	16,99	18,93	20,84	22,72
3500	16,99	19,69	22,35	24,96	27,55	30,10	14,68	6,67	19,25	21,47	23,66	25,83
4000	18,93	21,97	24,96	27,91	30,82	33,71	16,33	7,13	21,47	23,97	26,44	28,89
5000	22,72	26,44	30,10	33,71	37,28	40,82	19,57	7,97	25,83	28,89	31,91	34,90

Anexa II

Tabelul 2.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PVC 100 cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă caldă $P_N = 6$ bar

D_e 20 mm			D_e 25 mm			D_e 32 mm			D_e 40 mm			D_e 50 mm		
D_i 16,2 mm			D_i 18,4 mm			D_i 23,6m			D_i 28,6 mm			D_i 37,2 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,10	13	0,04	0,15	23	0,12	0,27	48	0,20	0,31	47	0,40	0,37	46
0,03	0,15	26	0,05	0,20	34	0,14	0,32	63	0,23	0,36	60	0,44	0,41	54
0,04	0,19	42	0,06	0,24	47	0,16	0,37	80	0,26	0,40	75	0,48	0,44	63
0,05	0,24	62	0,08	0,29	77	0,18	0,41	98	0,28	0,44	85	0,52	0,48	73
0,06	0,29	85	0,09	0,33	95	0,20	0,46	118	0,31	0,49	102	0,56	0,52	83
0,07	0,34	112	0,10	0,38	114	0,22	0,50	140	0,34	0,53	120	0,60	0,55	94
0,08	0,39	142	0,11	0,42	135	0,24	0,55	163	0,37	0,57	140	0,64	0,59	105
0,09	0,44	175	0,12	0,47	158	0,26	0,59	188	0,40	0,62	160	0,68	0,63	117
0,10	0,49	210	0,14	0,51	207	0,28	0,64	215	0,42	0,66	176	0,72	0,66	130
0,11	0,53	249	0,15	0,56	234	0,30	0,69	243	0,45	0,70	199	0,76	0,70	143
0,12	0,58	290	0,16	0,60	263	0,32	0,73	272	0,48	0,75	223	0,80	0,74	157
0,13	0,63	335	0,17	0,65	292	0,34	0,78	304	0,51	0,79	249	0,84	0,77	172
0,14	0,68	382	0,18	0,69	323	0,36	0,82	337	0,54	0,83	276	0,88	0,81	187
0,15	0,73	432	0,20	0,74	391	0,38	0,87	371	0,56	0,88	295	0,92	0,85	202
0,16	0,78	485	0,21	0,78	426	0,40	0,91	407	0,59	0,92	323	0,96	0,88	218
0,17	0,83	540	0,22	0,83	463	0,42	0,96	444	0,62	0,97	354	1,00	0,92	235
0,18	0,87	598	0,23	0,87	502	0,44	1,01	484	0,65	1,01	386	1,04	0,96	252
0,19	0,92	659	0,24	0,92	542	0,46	1,05	524	0,68	1,05	418	1,08	0,99	270
0,20	0,97	723	0,26	0,96	626	0,48	1,10	566	0,70	1,10	441	1,12	1,03	288
0,21	1,02	789	0,27	1,01	670	0,50	1,14	609	0,73	1,14	476	1,16	1,07	308
0,22	1,07	858	0,28	1,05	715	0,52	1,19	654	0,76	1,18	512	1,20	1,10	327
0,23	1,12	929	0,29	1,10	762	0,54	1,24	700	0,79	1,23	549	1,24	1,14	347
0,24	1,16	1004	0,30	1,14	810	0,56	1,28	748	0,82	1,27	588	1,28	1,18	368
0,25	1,21	1080	0,32	1,19	910	0,58	1,33	797	0,84	1,31	614	1,32	1,22	389
0,26	1,26	1160	0,33	1,23	962	0,60	1,37	848	0,87	1,36	655	1,36	1,25	411
0,27	1,31	1242	0,34	1,28	1015	0,62	1,42	900	0,90	1,40	696	1,40	1,29	433
0,28	1,36	1327	0,35	1,32	1070	0,64	1,46	954	0,93	1,45	739	1,44	1,33	456
0,29	1,41	1414	0,36	1,37	1126	0,66	1,51	1001	0,96	1,49	783	1,48	1,36	479
0,30	1,46	1504	0,38	1,41	1242	0,68	1,56	1066	0,98	1,53	813	1,52	1,40	504
0,31	1,50	1596	0,39	1,46	1303	0,70	1,60	1124	1,01	1,58	859	1,56	1,44	528
0,32	1,55	1691	0,40	1,51	1364	0,72	1,65	1183	1,04	1,62	907	1,60	1,47	553
0,33	1,60	1788	0,41	1,55	1427	0,74	1,69	1244	1,07	1,66	955	1,64	1,51	578
0,34	1,65	1888	0,42	1,60	1491	0,76	1,74	1306	1,10	1,71	1005	1,68	1,55	604
0,35	1,70	1991	0,44	1,64	1623	0,78	1,78	1370	1,12	1,75	1038	1,72	1,58	631
0,36	1,75	2096	0,45	1,69	1691	0,80	1,83	1430	1,15	1,79	1090	1,76	1,62	658
0,37	1,80	2203	0,46	1,73	1760	0,82	1,88	1500	1,18	1,84	1143	1,80	1,66	686
0,38	1,84	2313	0,47	1,78	1830	0,84	1,92	1570	1,21	1,88	1197	1,84	1,69	714
0,39	1,89	2426	0,48	1,82	1902	0,86	1,97	1638	1,24	1,92	1252	1,88	1,73	743
0,40	1,94	2541	0,50	1,87	2050	0,88	2,01	1709	1,26	1,97	1289	1,92	1,77	772
0,41	1,99	2659	0,51	1,91	2125	0,90	2,06	1781	1,29	2,01	1346	1,96	1,80	802
0,42	2,04	2779	0,52	1,96	2202	0,92	2,10	1854	1,32	2,06	1404	2,00	1,84	832
0,43	2,09	2901	0,53	2,00	2291	0,94	2,15	1929	1,35	2,10	1464	2,04	1,88	863
0,44	2,14	3026	0,54	2,05	2360	0,96	2,20	2005	1,38	2,14	1524	2,08	1,91	895
0,45	2,18	3154	0,56	2,09	2523	0,98	2,24	2083	1,40	2,19	1565	2,12	1,95	926
0,46	2,23	3284	0,57	2,14	2607	1,00	2,29	2162	1,43	2,23	1628	2,16	1,99	959
0,47	2,28	3416	0,58	2,18	2691	1,02	2,33	2242	1,46	2,27	1691	2,20	2,03	992
0,48	2,33	3551	0,59	2,23	2777	1,04	2,38	2324	1,49	2,32	1756	2,24	2,06	1025
0,49	2,38	3689	0,60	2,27	2865	1,06	2,42	2408	1,52	2,36	1822	2,28	2,10	1060
0,50	2,43	3829	0,62	2,32	3042	1,08	2,47	2492	1,54	2,40	1866	2,32	2,14	1094
0,51	2,48	3971	0,63	2,36	3134	1,10	2,52	2578	1,57	2,45	1934	2,36	2,17	1129
0,52	2,52	4116	0,64	2,41	3226	1,12	2,56	2666	1,60	2,49	2003	2,40	2,21	1165
0,53	2,57	4263	0,65	2,45	3320	1,14	2,61	2754	1,63	2,54	2073	2,44	2,25	1200
0,54	2,62	4413	0,66	2,50	3415	1,16	2,65	2844	1,66	2,58	2144	2,48	2,28	1237

Anexa II

Tabelul 2.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PVC 100 cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă caldă $P_N = 6$ bar

D_e 63 mm			D_e 75 mm			D_e 90 mm			D_e 110 mm			D_e 125 mm		
D_i 47,2 mm			D_i 56 mm			D_i 67,6m			D_i 82,4 mm			D_i 94 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,80	0,46	49	1,10	0,45	45	1,90	0,53	42	3,00	0,56	37	4,20	0,61	36
0,86	0,49	57	1,18	0,48	52	2,02	0,56	47	3,18	0,60	41	4,45	0,64	39
0,91	0,52	63	1,26	0,51	58	2,14	0,60	52	3,36	0,63	45	4,70	0,68	44
0,97	0,55	70	1,34	0,54	65	2,26	0,63	57	3,54	0,66	49	4,95	0,71	46
1,02	0,58	77	1,42	0,58	72	2,38	0,66	63	3,72	0,70	54	5,20	0,75	52
1,08	0,61	85	1,50	0,61	79	2,50	0,70	68	3,90	0,73	59	5,45	0,79	57
1,13	0,65	93	1,58	0,64	87	2,62	0,73	75	4,08	0,77	64	5,70	0,82	62
1,19	0,68	102	1,66	0,67	95	2,74	0,76	81	4,26	0,80	69	5,95	0,86	67
1,24	0,71	110	1,74	0,71	103	2,86	0,80	87	4,44	0,83	74	6,20	0,89	72
1,30	0,74	119	1,82	0,74	111	2,98	0,83	94	4,62	0,87	80	6,45	0,93	78
1,35	0,77	128	1,90	0,77	120	3,10	0,86	101	4,80	0,90	86	6,70	0,97	83
1,41	0,80	138	1,98	0,80	127	3,22	0,90	108	4,98	0,93	92	6,95	1,00	89
1,46	0,83	147	2,06	0,84	139	3,34	0,93	116	5,16	0,97	98	7,20	1,04	95
1,52	0,87	158	2,14	0,87	149	3,46	0,96	124	5,34	1,00	104	7,45	1,07	101
1,57	0,90	170	2,22	0,90	159	3,58	1,00	131	5,52	1,04	111	7,70	1,11	107
1,63	0,93	180	2,30	0,93	170	3,70	1,03	140	5,70	1,07	117	7,95	1,15	114
1,68	0,96	190	2,38	0,97	180	3,82	1,06	148	5,88	1,10	124	8,20	1,18	120
1,74	0,99	202	2,46	1,00	191	3,94	1,10	156	6,06	1,14	131	8,45	1,22	127
1,79	1,02	213	2,54	1,03	202	4,06	1,13	165	6,24	1,17	138	8,70	1,25	134
1,85	1,05	226	2,62	1,06	214	4,18	1,17	174	6,42	1,20	146	8,95	1,29	141
1,90	1,09	237	2,70	1,10	226	4,30	1,20	184	6,60	1,24	153	9,20	1,33	149
1,96	1,12	251	2,78	1,13	238	4,42	1,23	193	6,78	1,27	161	9,45	1,36	156
2,01	1,15	263	2,86	1,16	250	4,54	1,27	203	6,96	1,31	168	9,70	1,40	164
2,07	1,18	277	2,94	1,19	263	4,66	1,30	213	7,14	1,34	177	9,95	1,43	172
2,12	1,21	290	3,02	1,23	276	4,78	1,33	223	7,32	1,37	186	10,20	1,47	180
2,18	1,24	305	3,10	1,26	290	4,90	1,37	233	7,50	1,41	194	10,45	1,51	188
2,23	1,28	318	3,18	1,29	303	5,02	1,40	244	7,68	1,44	203	10,70	1,54	196
2,29	1,31	333	3,26	1,32	317	5,14	1,43	255	7,86	1,47	212	10,95	1,58	205
2,34	1,34	347	3,34	1,36	331	5,26	1,47	266	8,04	1,51	221	11,20	1,61	213
2,40	1,37	363	3,42	1,39	345	5,38	1,50	277	8,22	1,54	230	11,45	1,65	222
2,45	1,40	377	3,50	1,42	360	5,50	1,53	288	8,40	1,58	239	11,70	1,69	231
2,51	1,43	395	3,58	1,45	375	5,62	1,57	299	8,58	1,61	248	11,95	1,72	241
2,56	1,46	409	3,66	1,49	391	5,74	1,60	312	8,76	1,64	258	12,20	1,76	250
2,62	1,50	427	3,74	1,52	406	5,86	1,63	324	8,94	1,68	268	12,45	1,79	259
2,67	1,53	442	3,82	1,55	422	5,98	1,67	336	9,12	1,71	278	12,70	1,83	269
2,73	1,56	460	3,90	1,58	438	6,10	1,70	349	9,30	1,74	288	12,95	1,87	279
2,78	1,59	476	3,98	1,62	454	6,22	1,73	362	9,48	1,78	298	13,20	1,90	289
2,84	1,62	495	4,06	1,65	471	6,34	1,77	374	9,66	1,81	309	13,45	1,94	300
2,89	1,65	511	4,14	1,68	488	6,46	1,80	388	9,84	1,85	320	13,70	1,98	310
2,95	1,68	530	4,22	1,71	505	6,58	1,83	401	10,02	1,88	331	13,95	2,01	320
3,00	1,72	547	4,30	1,75	523	6,70	1,87	415	10,20	1,91	342	14,20	2,05	331
3,06	1,75	568	4,38	1,78	541	6,82	1,90	429	10,38	1,95	353	14,45	2,08	342
3,11	1,78	585	4,46	1,81	558	6,94	1,93	443	10,56	1,98	366	14,70	2,12	353
3,17	1,81	606	4,54	1,84	577	7,06	1,97	457	10,74	2,02	376	14,95	2,16	364
3,22	1,84	623	4,62	1,88	596	7,18	2,00	472	10,92	2,05	388	15,20	2,19	375
3,28	1,87	645	4,70	1,91	614	7,30	2,03	486	11,10	2,08	400	15,45	2,23	387
3,33	1,90	663	4,78	1,94	634	7,42	2,07	501	11,28	2,12	412	15,70	2,26	399
3,39	1,94	686	4,86	1,97	653	7,54	2,10	516	11,46	2,15	424	15,95	2,30	411
3,44	1,97	704	4,94	2,01	672	7,66	2,14	532	11,64	2,18	437	16,20	2,34	422
3,50	2,00	727	5,02	2,04	693	7,78	2,17	547	11,82	2,22	450	16,45	2,37	435
3,55	2,03	746	5,10	2,07	713	7,90	2,20	562	12,00	2,25	462	16,70	2,41	447
3,61	2,06	770	5,18	2,10	733	8,02	2,24	578	12,18	2,29	475	16,95	2,44	459
3,66	2,09	790	5,26	2,14	754	8,14	2,27	595	12,36	2,32	488	17,20	2,48	473

Anexa II

Tabelul 2.3. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PVC 100 cu D_e 140 - 250 mm, pentru apă caldă P_N = 6 bar

D_e 140 mm D_i 105,2 mm			D_e 160 mm D_i 120,8 mm			D_e 180 mm D_i 135,6 m			D_e 200 mm D_i 151 mm			D_e 225 mm D_i 169,6 mm			D_e 250 mm D_i 188,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
4,7	0,54	25	6,5	0,57	23	9,0	0,62	24	12,0	0,67	24	15,5	0,69	22	20,0	0,72	21
5,0	0,58	28	6,9	0,60	26	9,5	0,66	27	12,6	0,70	26	16,2	0,72	24	20,9	0,75	23
5,3	0,61	31	7,3	0,64	29	10,0	0,69	29	13,2	0,74	29	16,9	0,75	26	21,8	0,78	25
5,6	0,64	35	7,7	0,67	32	10,5	0,73	32	13,8	0,77	31	17,6	0,78	28	22,7	0,81	26
5,9	0,68	38	8,1	0,71	35	11,0	0,76	35	14,4	0,80	34	18,3	0,81	30	23,6	0,85	28
6,2	0,71	42	8,5	0,74	38	11,5	0,80	38	15,0	0,84	36	19,0	0,84	32	24,5	0,88	30
6,5	0,75	46	8,9	0,78	41	12,0	0,83	41	15,6	0,87	39	19,7	0,87	34	25,4	0,91	32
6,8	0,78	49	9,3	0,81	45	12,5	0,87	44	16,2	0,91	42	20,4	0,90	36	26,3	0,94	35
7,1	0,82	54	9,7	0,85	48	13,0	0,90	47	16,8	0,94	45	21,1	0,93	38	27,2	0,98	37
7,4	0,85	58	10,1	0,88	52	13,5	0,94	51	17,4	0,97	48	21,8	0,97	41	28,1	1,01	39
7,7	0,89	62	10,5	0,92	56	14,0	0,97	54	18,0	1,01	51	22,5	1,00	43	29,0	1,04	41
8,0	0,92	67	10,9	0,95	60	14,5	1,00	58	18,6	1,04	54	23,2	1,03	46	29,9	1,07	44
8,3	0,96	71	11,3	0,99	64	15,0	1,04	61	19,2	1,07	57	23,9	1,06	48	30,8	1,11	46
8,6	0,99	76	11,7	1,02	68	15,5	1,07	65	19,8	1,11	60	24,6	1,09	51	31,7	1,14	49
8,9	1,02	81	12,1	1,06	72	16,0	1,11	69	20,4	1,14	64	25,3	1,12	54	32,6	1,17	51
9,2	1,06	86	12,5	1,09	77	16,5	1,14	73	21,0	1,17	67	26,0	1,15	57	33,5	1,20	54
9,5	1,09	91	12,9	1,13	81	17,0	1,18	77	21,6	1,21	71	26,7	1,18	59	34,4	1,23	57
9,8	1,13	96	13,3	1,16	86	17,5	1,21	81	22,2	1,24	75	27,4	1,21	62	35,3	1,27	59
10,1	1,16	102	13,7	1,20	91	18,0	1,25	86	22,8	1,27	78	28,1	1,24	65	36,2	1,30	62
10,4	1,20	108	14,1	1,23	96	18,5	1,28	90	23,4	1,31	82	28,8	1,28	68	37,1	1,33	65
10,7	1,23	113	14,5	1,27	101	19,0	1,32	94	24,0	1,34	86	29,5	1,31	71	38,0	1,36	68
11,0	1,27	119	14,9	1,30	106	19,5	1,35	99	24,6	1,37	90	30,2	1,34	74	38,9	1,40	71
11,3	1,30	125	15,3	1,34	111	20,0	1,39	104	25,2	1,41	94	30,9	1,37	78	39,8	1,43	74
11,6	1,34	131	15,7	1,37	117	20,5	1,42	109	25,8	1,44	98	31,6	1,40	81	40,7	1,46	77
11,9	1,37	138	16,1	1,41	122	21,0	1,45	114	26,4	1,47	102	32,3	1,43	84	41,6	1,49	81
12,2	1,40	144	16,5	1,44	128	21,5	1,49	118	27,0	1,51	107	33,0	1,46	88	42,5	1,53	84
12,5	1,44	151	16,9	1,48	134	22,0	1,52	124	27,6	1,54	111	33,7	1,49	91	43,4	1,56	87
12,8	1,47	157	17,3	1,51	140	22,5	1,56	129	28,2	1,58	116	34,4	1,52	95	44,3	1,59	91
13,1	1,51	164	17,7	1,55	146	23,0	1,59	134	28,8	1,61	120	35,1	1,55	98	45,2	1,62	94
13,4	1,54	171	18,1	1,58	152	23,5	1,63	140	29,4	1,64	125	35,8	1,59	102	46,1	1,65	97
13,7	1,58	179	18,5	1,61	158	24,0	1,66	145	30,0	1,68	130	36,5	1,62	106	47,0	1,69	101
14,0	1,61	186	18,9	1,65	164	24,5	1,70	151	30,6	1,71	135	37,2	1,65	109	47,9	1,72	105
14,3	1,65	192	19,3	1,68	171	25,0	1,73	157	31,2	1,74	140	37,9	1,68	113	48,8	1,75	108
14,6	1,68	201	19,7	1,72	178	25,5	1,77	163	31,8	1,78	145	38,6	1,71	117	49,7	1,78	112
14,9	1,72	208	20,1	1,75	184	26,0	1,80	169	32,4	1,81	150	39,3	1,74	121	50,6	1,82	116
15,2	1,75	216	20,5	1,79	191	26,5	1,84	175	33,0	1,84	155	40,0	1,77	125	51,5	1,85	120
15,5	1,78	224	20,9	1,82	198	27,0	1,87	181	33,6	1,88	160	40,7	1,80	129	52,4	1,88	124
15,8	1,82	232	21,3	1,86	205	27,5	1,91	187	34,2	1,91	165	41,4	1,83	134	53,3	1,91	128
16,1	1,85	241	21,7	1,89	212	28,0	1,94	193	34,8	1,94	171	42,1	1,86	138	54,2	1,95	132
16,4	1,89	249	22,1	1,93	220	28,5	1,97	200	35,4	1,98	176	42,8	1,90	141	55,1	1,98	136
16,7	1,92	257	22,5	1,96	227	29,0	2,01	206	36,0	2,01	182	43,5	1,93	146	56,0	2,01	140
17,0	1,96	266	22,9	2,00	235	29,5	2,04	213	36,6	2,04	188	44,2	1,96	151	56,9	2,04	144
17,3	1,99	275	23,3	2,03	242	30,0	2,08	220	37,2	2,08	193	44,9	1,99	155	57,8	2,07	148
17,6	2,03	284	23,7	2,07	250	30,5	2,11	227	37,8	2,11	200	45,6	2,02	160	58,7	2,11	153
17,9	2,06	293	24,1	2,10	258	31,0	2,15	234	38,4	2,15	205	46,3	2,05	164	59,6	2,14	157
18,2	2,09	302	24,5	2,14	266	31,5	2,18	241	39,0	2,18	211	47,0	2,08	169	60,5	2,17	161
18,5	2,13	311	24,9	2,17	274	32,0	2,22	248	39,6	2,21	217	47,7	2,11	174	61,4	2,20	166
18,8	2,16	320	25,3	2,21	282	32,5	2,25	255	40,2	2,25	223	48,4	2,14	178	62,3	2,24	171
19,1	2,20	330	25,7	2,24	291	33,0	2,29	263	40,8	2,28	230	49,1	2,17	183	63,2	2,27	175
19,4	2,23	340	26,1	2,28	300	33,5	2,32	270	41,4	2,31	236	49,8	2,21	188	64,1	2,30	180
19,7	2,27	350	26,5	2,31	308	34,0	2,36	278	42,0	2,35	242	50,5	2,24	193	65,0	2,33	184
20,0	2,30	360	26,9	2,35	317	34,5	2,39	285	42,6	2,38	249	51,2	2,27	198	65,9	2,37	189
20,3	2,34	370	27,3	2,38	326	35,0	2,42	293	43,2	2,41	256	51,9	2,30	203	66,8	2,40	194

Anexa II

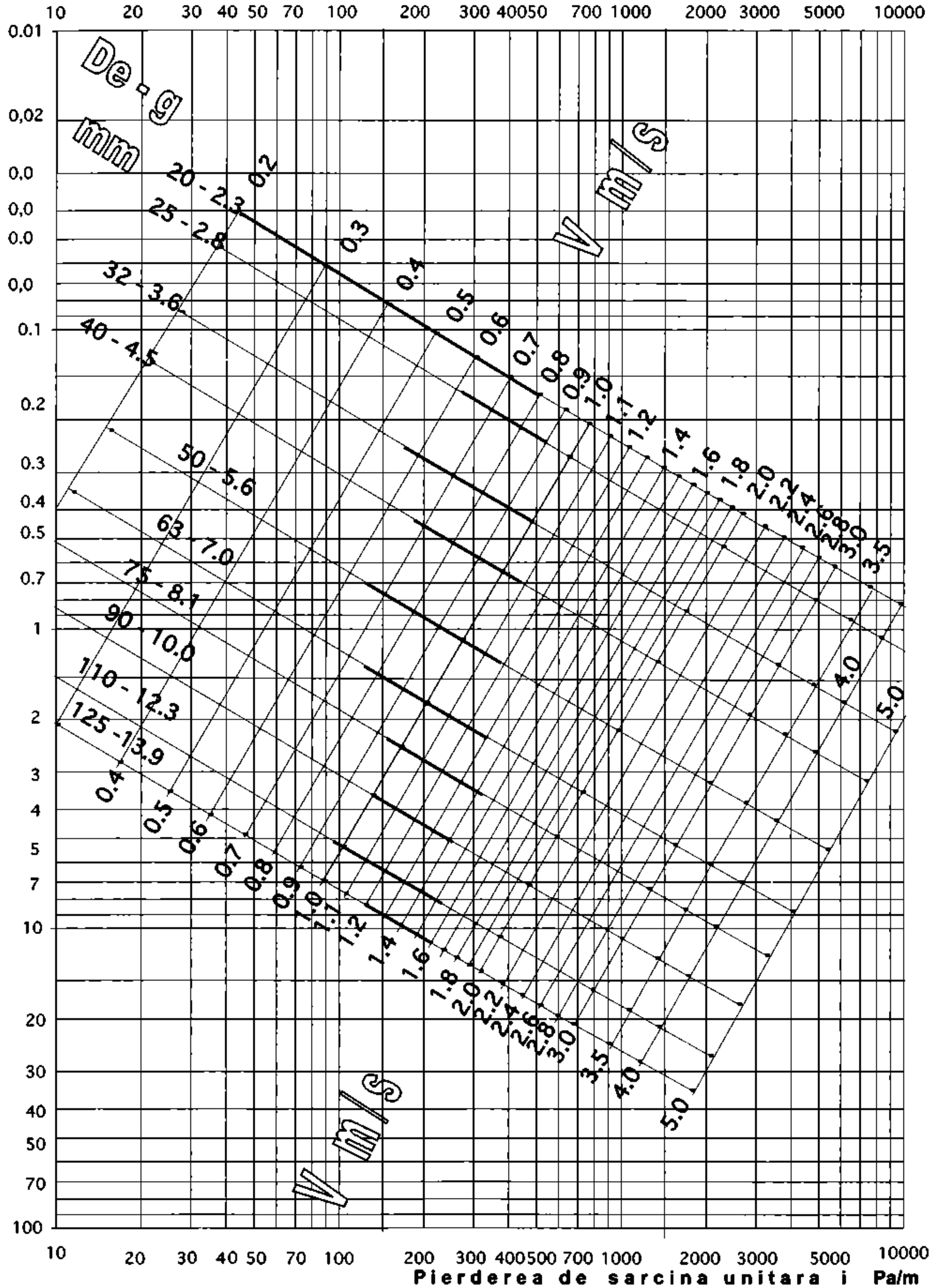


Fig.2.4. Nomograma pentru dimensionarea conductelor din PVC 100, D_e 20 - 125 mm, pentru apă caldă P_N= 6 bar.

Anexa II

Tabelul 3.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PVC 100 cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece P_N = 16 bar

D_e 20 mm			D_e 25 mm			D_e 32 mm			D_e 40 mm			D_e 50 mm		
D_i 16,2 mm			D_i 18,4 mm			D_i 23,6m			D_i 28,6 mm			D_i 37,2 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,10	16	0,05	0,19	42	0,12	0,27	58	0,22	0,34	67	0,40	0,37	54
0,03	0,15	32	0,06	0,23	57	0,14	0,32	76	0,25	0,39	83	0,44	0,41	64
0,04	0,19	52	0,07	0,26	75	0,16	0,37	96	0,28	0,44	102	0,48	0,44	75
0,05	0,24	77	0,08	0,30	94	0,18	0,41	117	0,31	0,48	121	0,52	0,48	86
0,06	0,29	105	0,09	0,34	115	0,20	0,46	141	0,34	0,53	143	0,56	0,52	98
0,07	0,34	137	0,10	0,38	138	0,22	0,50	166	0,37	0,58	166	0,60	0,55	110
0,08	0,39	172	0,11	0,41	163	0,24	0,55	194	0,40	0,62	190	0,64	0,59	124
0,09	0,44	211	0,12	0,45	189	0,26	0,59	223	0,43	0,67	216	0,68	0,63	138
0,10	0,49	253	0,13	0,49	218	0,28	0,64	255	0,46	0,72	243	0,72	0,66	153
0,11	0,53	298	0,14	0,53	248	0,30	0,69	287	0,49	0,76	272	0,76	0,70	168
0,12	0,58	347	0,15	0,56	279	0,32	0,73	322	0,52	0,81	302	0,80	0,74	184
0,13	0,63	399	0,16	0,60	313	0,34	0,78	358	0,55	0,86	333	0,84	0,77	200
0,14	0,68	454	0,17	0,64	348	0,36	0,82	396	0,58	0,90	366	0,88	0,81	218
0,15	0,73	513	0,18	0,68	384	0,38	0,87	435	0,61	0,95	401	0,92	0,85	236
0,16	0,78	574	0,19	0,71	422	0,40	0,91	477	0,64	1,00	437	0,96	0,88	254
0,17	0,83	639	0,20	0,75	462	0,42	0,96	520	0,67	1,04	474	1,00	0,92	273
0,18	0,87	706	0,21	0,79	504	0,44	1,01	564	0,70	1,09	512	1,04	0,96	293
0,19	0,92	777	0,22	0,83	547	0,46	1,05	611	0,73	1,14	552	1,08	0,99	312
0,20	0,97	851	0,23	0,87	591	0,48	1,10	659	0,76	1,18	593	1,12	1,03	335
0,21	1,02	927	0,24	0,90	637	0,50	1,14	709	0,79	1,23	636	1,16	1,07	356
0,22	1,07	1006	0,25	0,94	685	0,52	1,19	760	0,82	1,28	680	1,20	1,10	379
0,23	1,12	1088	0,26	0,98	734	0,54	1,24	813	0,85	1,32	724	1,24	1,14	402
0,24	1,16	1173	0,27	1,02	785	0,56	1,28	867	0,88	1,37	771	1,28	1,18	425
0,25	1,21	1261	0,28	1,05	837	0,58	1,33	923	0,91	1,42	819	1,32	1,22	449
0,26	1,26	1354	0,29	1,09	890	0,60	1,37	981	0,94	1,46	868	1,36	1,25	474
0,27	1,31	1446	0,30	1,13	946	0,62	1,42	1040	0,97	1,51	918	1,40	1,29	499
0,28	1,36	1543	0,31	1,17	1002	0,64	1,46	1102	1,00	1,56	968	1,44	1,33	525
0,29	1,41	1642	0,32	1,20	1060	0,66	1,51	1163	1,03	1,60	1023	1,48	1,36	551
0,30	1,46	1744	0,33	1,24	1120	0,68	1,56	1227	1,06	1,65	1077	1,52	1,40	578
0,31	1,50	1849	0,34	1,28	1181	0,70	1,60	1293	1,09	1,70	1132	1,56	1,44	606
0,32	1,55	1957	0,35	1,32	1243	0,72	1,65	1360	1,12	1,74	1189	1,60	1,47	634
0,33	1,60	2067	0,36	1,35	1307	0,74	1,69	1428	1,15	1,79	1247	1,64	1,51	663
0,34	1,65	2181	0,37	1,39	1378	0,76	1,74	1499	1,18	1,84	1306	1,68	1,55	692
0,35	1,70	2297	0,38	1,43	1440	0,78	1,78	1570	1,21	1,88	1366	1,72	1,58	722
0,36	1,75	2415	0,39	1,47	1508	0,80	1,83	1643	1,24	1,93	1428	1,76	1,62	753
0,37	1,80	2537	0,40	1,51	1578	0,82	1,88	1718	1,27	1,98	1491	1,80	1,66	784
0,38	1,84	2661	0,41	1,54	1649	0,84	1,92	1794	1,30	2,02	1555	1,84	1,69	816
0,39	1,89	2788	0,42	1,58	1725	0,86	1,97	1872	1,33	2,07	1621	1,88	1,73	848
0,40	1,94	2917	0,43	1,62	1795	0,88	2,01	1951	1,36	2,12	1688	1,92	1,77	881
0,41	1,99	3050	0,44	1,66	1871	0,90	2,06	2032	1,39	2,16	1755	1,96	1,80	914
0,42	2,04	3185	0,45	1,69	1948	0,92	2,10	2114	1,42	2,21	1825	2,00	1,84	948
0,43	2,09	3322	0,46	1,73	2026	0,94	2,15	2197	1,45	2,26	1895	2,04	1,88	983
0,44	2,14	3462	0,47	1,77	2105	0,96	2,20	2282	1,48	2,30	1967	2,08	1,91	1018
0,45	2,18	3605	0,48	1,81	2186	0,98	2,24	2369	1,51	2,35	2020	2,12	1,95	1054
0,46	2,23	3751	0,49	1,84	2269	1,00	2,29	2457	1,54	2,40	2114	2,16	1,99	1090
0,47	2,28	3899	0,50	1,88	2352	1,02	2,33	2547	1,57	2,45	2189	2,20	2,03	1127
0,48	2,33	4050	0,51	1,92	2437	1,04	2,38	2638	1,60	2,49	2366	2,24	2,06	1164
0,49	2,38	4203	0,52	1,96	2524	1,06	2,42	2731	1,63	2,54	2343	2,28	2,10	1202
0,50	2,43	4359	0,53	1,99	2612	1,08	2,47	2825	1,66	2,59	2422	2,32	2,14	1240
0,51	2,48	4518	0,54	2,03	2701	1,10	2,52	2921	1,69	2,63	2502	2,36	2,17	1280
0,52	2,52	4679	0,55	2,07	2792	1,12	2,56	3017	1,72	2,68	2584	2,40	2,21	1320
0,53	2,57	4843	0,56	2,11	2884	1,14	2,61	3116	1,75	2,73	2666	2,44	2,25	1360
0,54	2,62	5010	0,57	2,14	2978	1,16	2,65	3216	1,78	2,77	2750	2,48	2,28	1400

Anexa II

Tabelul 3.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PVC 100 cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece P_N = 16 bar

D_e 63 mm			D_e 75 mm			D_e 90 mm			D_e 110 mm			D_e 125 mm		
D_i 47,2 mm			D_i 56 mm			D_i 67,6 m			D_i 82,4 mm			D_i 94 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,80	0,46	59	1,20	0,49	53	1,90	0,53	49	3,00	0,56	42	4,00	0,58	38
0,88	0,50	70	1,30	0,53	61	2,05	0,57	56	3,22	0,60	48	4,28	0,62	43
0,96	0,55	81	1,40	0,57	70	2,20	0,61	63	3,44	0,65	54	4,56	0,66	48
1,04	0,59	94	1,50	0,61	79	2,35	0,66	71	3,66	0,69	61	4,84	0,70	52
1,12	0,64	107	1,60	0,65	89	2,50	0,70	80	3,88	0,73	67	5,12	0,74	59
1,20	0,69	121	1,70	0,69	99	2,65	0,74	88	4,10	0,77	74	5,40	0,78	64
1,28	0,73	135	1,80	0,73	109	2,80	0,78	97	4,32	0,81	82	5,68	0,82	71
1,36	0,78	151	1,90	0,77	120	2,95	0,82	107	4,54	0,85	89	5,96	0,86	77
1,44	0,82	167	2,00	0,81	132	3,10	0,86	117	4,76	0,89	97	6,24	0,90	84
1,52	0,87	184	2,10	0,85	140	3,25	0,91	127	4,98	0,93	106	6,52	0,94	91
1,60	0,91	201	2,20	0,89	156	3,40	0,95	138	5,20	0,98	114	6,80	0,98	98
1,68	0,96	220	2,30	0,93	169	3,55	0,99	149	5,42	1,02	123	7,08	1,02	105
1,76	1,01	239	2,40	0,97	183	3,70	1,03	161	5,64	1,06	132	7,36	1,06	113
1,84	1,05	259	2,50	1,02	197	3,85	1,07	173	5,86	1,10	142	7,64	1,10	121
1,92	1,10	279	2,60	1,06	211	4,00	1,12	185	6,08	1,14	151	7,92	1,14	129
2,00	1,14	300	2,70	1,10	226	4,15	1,16	197	6,30	1,18	161	8,20	1,18	137
2,08	1,19	322	2,80	1,14	241	4,30	1,20	211	6,52	1,22	172	8,48	1,22	146
2,16	1,24	345	2,90	1,18	257	4,45	1,24	224	6,74	1,26	182	8,76	1,26	155
2,24	1,28	368	3,00	1,22	273	4,60	1,28	238	6,96	1,31	192	9,04	1,30	164
2,32	1,33	392	3,10	1,26	290	4,75	1,32	252	7,18	1,35	204	9,32	1,34	173
2,40	1,37	417	3,20	1,30	307	4,90	1,37	266	7,40	1,39	215	9,60	1,38	183
2,48	1,42	442	3,30	1,34	324	5,05	1,41	281	7,62	1,43	227	9,88	1,42	193
2,56	1,46	468	3,40	1,38	342	5,20	1,45	297	7,84	1,47	240	10,16	1,46	203
2,64	1,51	495	3,50	1,42	360	5,35	1,49	312	8,06	1,51	252	10,44	1,51	213
2,72	1,56	522	3,60	1,46	379	5,50	1,53	328	8,28	1,55	264	10,72	1,55	223
2,80	1,60	550	3,70	1,50	398	5,65	1,58	344	8,50	1,59	277	11,00	1,59	234
2,88	1,65	579	3,80	1,54	418	5,80	1,62	361	8,72	1,64	290	11,28	1,63	245
2,96	1,69	608	3,90	1,58	438	5,95	1,66	378	8,94	1,68	304	11,56	1,67	256
3,04	1,74	639	4,00	1,62	459	6,10	1,70	396	9,16	1,72	318	11,84	1,71	267
3,12	1,78	669	4,10	1,67	479	6,25	1,74	414	9,38	1,76	332	12,12	1,75	279
3,20	1,83	701	4,20	1,71	501	6,40	1,78	432	9,60	1,80	346	12,40	1,79	291
3,28	1,88	733	4,30	1,75	523	6,55	1,83	451	9,82	1,84	361	12,68	1,83	303
3,36	1,92	765	4,40	1,79	545	6,70	1,87	470	10,04	1,88	375	12,96	1,87	315
3,44	1,97	799	4,50	1,83	568	6,85	1,91	489	10,26	1,92	390	13,24	1,91	328
3,52	2,01	833	4,60	1,87	591	7,00	1,95	508	10,48	1,97	406	13,52	1,95	341
3,60	2,06	867	4,70	1,91	615	7,15	1,99	528	10,70	2,01	422	13,80	1,99	353
3,68	2,10	903	4,80	1,95	638	7,30	2,03	549	10,92	2,05	437	14,08	2,03	367
3,76	2,15	939	4,90	1,99	663	7,45	2,08	570	11,14	2,09	453	14,36	2,07	380
3,84	2,20	976	5,00	2,03	688	7,60	2,12	590	11,36	2,13	470	14,64	2,11	394
3,92	2,24	1013	5,10	2,07	713	7,75	2,16	612	11,58	2,17	484	14,92	2,15	407
4,00	2,29	1051	5,20	2,11	738	7,90	2,20	634	11,80	2,21	504	15,20	2,19	422
4,08	2,33	1080	5,30	2,15	764	8,05	2,24	656	12,02	2,26	521	15,48	2,23	436
4,16	2,38	1128	5,40	2,19	791	8,20	2,29	678	12,24	2,30	539	15,76	2,27	451
4,24	2,42	1168	5,50	2,23	818	8,35	2,33	701	12,46	2,34	557	16,04	2,31	465
4,32	2,47	1209	5,60	2,27	845	8,50	2,37	724	12,68	2,38	574	16,32	2,35	480
4,40	2,52	1250	5,70	2,32	873	8,65	2,41	748	12,90	2,42	593	16,60	2,39	496
4,48	2,56	1292	5,80	2,36	901	8,80	2,45	772	13,12	2,46	611	16,88	2,43	511
4,56	2,61	1334	5,90	2,40	929	8,95	2,49	796	13,34	2,50	631	17,16	2,47	527
4,64	2,65	1377	6,00	2,44	958	9,10	2,54	820	13,56	2,54	650	17,44	2,51	543
4,72	2,70	1421	6,10	2,48	987	9,25	2,58	845	13,78	2,59	669	17,72	2,55	559
4,80	2,74	1465	6,20	2,52	1017	9,40	2,62	871	14,00	2,63	689	18,00	2,60	575
4,88	2,79	1510	6,30	2,56	1048	9,55	2,66	897	14,22	2,67	709	18,28	2,64	592
4,96	2,84	1555	6,40	2,60	1078	9,70	2,70	922	14,44	2,71	729	18,56	2,68	608

Anexa II

Tabelul 4.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PP cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece P_N = 6 bar

D_e 20 mm D_i 15,6 mm			D_e 25 mm D_i 20,6 mm			D_e 32 mm D_i 27,4 m			D_e 40 mm D_i 34,4 mm			D_e 50 mm D_i 43,2 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,10	19	0,04	0,12	17	0,10	0,17	21	0,20	0,22	23	0,40	0,27	27
0,03	0,16	38	0,05	0,16	25	0,12	0,21	28	0,24	0,25	32	0,45	0,31	33
0,04	0,21	63	0,07	0,20	44	0,15	0,25	42	0,27	0,29	40	0,50	0,34	39
0,05	0,26	92	0,08	0,24	55	0,17	0,29	52	0,31	0,33	50	0,55	0,38	46
0,06	0,31	125	0,09	0,28	67	0,20	0,33	69	0,34	0,37	59	0,60	0,41	54
0,07	0,37	163	0,11	0,32	95	0,22	0,37	82	0,38	0,40	72	0,65	0,44	62
0,08	0,42	205	0,12	0,35	111	0,24	0,41	95	0,41	0,44	82	0,70	0,48	71
0,09	0,47	252	0,13	0,39	127	0,27	0,45	117	0,45	0,48	97	0,75	0,51	80
0,10	0,52	303	0,14	0,43	144	0,29	0,50	133	0,48	0,52	108	0,80	0,55	90
0,11	0,58	357	0,16	0,47	183	0,32	0,54	158	0,52	0,55	125	0,85	0,58	100
0,12	0,63	416	0,17	0,51	203	0,34	0,58	175	0,55	0,59	138	0,90	0,61	110
0,13	0,68	478	0,18	0,55	224	0,36	0,62	194	0,59	0,63	156	0,95	0,65	121
0,14	0,73	544	0,20	0,59	270	0,39	0,66	223	0,62	0,67	170	1,00	0,68	133
0,15	0,79	614	0,21	0,63	294	0,41	0,70	244	0,66	0,71	190	1,05	0,72	146
0,16	0,84	688	0,22	0,67	319	0,44	0,74	276	0,69	0,74	206	1,10	0,75	158
0,17	0,89	765	0,24	0,71	371	0,46	0,78	299	0,73	0,78	227	1,15	0,78	171
0,18	0,94	846	0,25	0,74	400	0,48	0,82	322	0,76	0,82	244	1,20	0,82	185
0,19	0,99	931	0,26	0,78	427	0,51	0,86	358	0,80	0,86	268	1,25	0,85	198
0,20	1,05	1019	0,27	0,82	457	0,53	0,90	384	0,83	0,89	286	1,30	0,89	213
0,21	1,10	1111	0,29	0,86	518	0,56	0,94	423	0,87	0,93	311	1,35	0,92	228
0,22	1,15	1206	0,30	0,90	550	0,58	0,98	450	0,90	0,97	330	1,40	0,96	243
0,23	1,20	1304	0,31	0,94	583	0,60	1,02	478	0,94	1,01	357	1,45	0,99	259
0,24	1,26	1407	0,33	0,98	651	0,63	1,07	522	0,97	1,04	377	1,50	1,02	275
0,25	1,31	1512	0,34	1,02	687	0,65	1,11	552	1,01	1,08	406	1,55	1,06	291
0,26	1,36	1622	0,35	1,06	722	0,68	1,15	598	1,04	1,12	427	1,60	1,09	309
0,27	1,41	1734	0,37	1,10	797	0,70	1,19	630	1,08	1,16	457	1,65	1,13	326
0,28	1,47	1850	0,38	1,13	836	0,72	1,23	662	1,11	1,19	480	1,70	1,16	344
0,29	1,52	1969	0,39	1,17	876	0,75	1,27	712	1,15	1,23	511	1,75	1,19	362
0,30	1,57	2092	0,40	1,21	916	0,77	1,31	746	1,18	1,27	536	1,80	1,23	381
0,31	1,62	2218	0,42	1,25	1004	0,80	1,35	800	1,22	1,31	569	1,85	1,26	400
0,32	1,68	2348	0,43	1,29	1042	0,82	1,39	835	1,25	1,35	594	1,90	1,30	420
0,33	1,73	2480	0,44	1,33	1086	0,84	1,43	872	1,29	1,38	628	1,95	1,33	440
0,34	1,78	2617	0,46	1,37	1175	0,87	1,47	929	1,32	1,42	655	2,00	1,37	460
0,35	1,83	2756	0,47	1,41	1221	0,89	1,51	968	1,36	1,46	691	2,05	1,40	481
0,36	1,88	2898	0,48	1,45	1268	0,92	1,55	1027	1,39	1,50	718	2,10	1,43	503
0,37	1,94	3044	0,50	1,49	1364	0,94	1,59	1067	1,43	1,53	756	2,15	1,47	524
0,38	1,99	3194	0,51	1,52	1413	0,96	1,64	1108	1,46	1,57	785	2,20	1,50	547
0,39	2,04	3346	0,52	1,56	1463	0,99	1,68	1171	1,50	1,61	824	2,25	1,54	569
0,40	2,09	3502	0,53	1,60	1514	1,01	1,72	1241	1,53	1,65	854	2,30	1,57	592
0,41	2,15	3661	0,55	1,64	1617	1,04	1,76	1280	1,57	1,68	895	2,35	1,60	616
0,42	2,20	3826	0,56	1,68	1671	1,06	1,80	1325	1,60	1,72	925	2,40	1,64	639
0,43	2,25	3988	0,57	1,72	1724	1,08	1,84	1370	1,64	1,76	968	2,45	1,67	664
0,44	2,30	4157	0,59	1,76	1834	1,11	1,88	1439	1,67	1,80	1000	2,50	1,71	688
0,45	2,36	4329	0,60	1,80	1891	1,13	1,92	1487	1,71	1,84	1044	2,55	1,74	713
0,46	2,41	4504	0,61	1,84	1948	1,16	1,96	1558	1,74	1,87	1077	2,60	1,77	739
0,47	2,46	4682	0,63	1,88	2064	1,18	2,00	1607	1,78	1,91	1122	2,65	1,81	765
0,48	2,51	4864	0,64	1,92	2123	1,20	2,04	1660	1,81	1,95	1157	2,70	1,84	791
0,49	2,56	5048	0,65	1,95	2183	1,23	2,08	1738	1,85	1,99	1202	2,75	1,88	818
0,50	2,62	5236	0,66	1,99	2244	1,25	2,12	1783	1,88	2,02	1238	2,80	1,91	845
0,51	2,67	5427	0,68	2,03	2368	1,28	2,17	1862	1,92	2,06	1287	2,85	1,95	872
0,52	2,72	5621	0,69	2,07	2431	1,30	2,21	1915	1,95	2,10	1324	2,90	1,98	900
0,53	2,77	5818	0,70	2,11	2495	1,32	2,25	1968	1,99	2,14	1373	2,95	2,01	929
0,54	2,83	6018	0,72	2,15	2625	1,35	2,29	2050	2,02	2,17	1411	3,00	2,05	957

Anexa II

Tabelul 4.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PP cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece $P_N = 6$ bar

D_e 63 mm D_i 54,6 mm			D_e 75 mm D_i 65 mm			D_e 90 mm D_i 78,2 m			D_e 110 mm D_i 95,6 mm			D_e 125 mm D_i 108,8 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
1,02	0,44	45	1,58	0,48	42	2,45	0,51	38	3,98	0,55	34	5,44	0,59	32
1,10	0,47	51	1,69	0,51	48	2,60	0,54	42	4,20	0,59	38	5,72	0,62	36
1,18	0,50	58	1,80	0,54	53	2,75	0,57	47	4,42	0,62	42	6,00	0,65	39
1,26	0,54	65	1,91	0,58	59	2,90	0,60	52	4,64	0,65	45	6,28	0,68	42
1,34	0,57	73	2,02	0,61	66	3,05	0,64	56	4,86	0,68	49	6,56	0,71	45
1,42	0,61	81	2,13	0,64	72	3,20	0,67	61	5,08	0,71	53	6,84	0,74	49
1,50	0,64	89	2,24	0,68	79	3,35	0,70	67	5,30	0,74	58	7,12	0,77	53
1,58	0,68	98	2,35	0,71	86	3,50	0,73	72	5,52	0,77	62	7,40	0,80	56
1,66	0,71	107	2,46	0,74	93	3,65	0,76	78	5,74	0,80	67	7,68	0,83	60
1,74	0,74	116	2,57	0,77	101	3,80	0,79	84	5,96	0,83	71	7,96	0,86	64
1,82	0,78	126	2,68	0,81	109	3,95	0,82	90	6,18	0,86	76	8,24	0,89	68
1,90	0,81	136	2,79	0,84	117	4,10	0,85	95	6,40	0,89	81	8,52	0,92	72
1,98	0,85	146	2,90	0,87	125	4,25	0,89	102	6,62	0,92	86	8,80	0,95	77
2,06	0,88	157	3,01	0,91	134	4,40	0,92	109	6,84	0,95	91	9,08	0,98	82
2,14	0,91	168	3,12	0,94	143	4,55	0,95	115	7,06	0,98	97	9,36	1,01	86
2,22	0,95	180	3,23	0,97	152	4,70	0,98	122	7,28	1,01	102	9,64	1,04	91
2,30	0,98	191	3,34	1,01	161	4,85	1,01	130	7,50	1,05	108	9,92	1,07	96
2,38	1,02	204	3,45	1,04	171	5,00	1,04	137	7,72	1,08	114	10,20	1,10	100
2,46	1,05	216	3,56	1,07	181	5,15	1,07	144	7,94	1,11	120	10,48	1,13	106
2,54	1,09	228	3,67	1,11	191	5,30	1,10	152	8,16	1,14	126	10,76	1,16	111
2,62	1,12	242	3,78	1,14	202	5,45	1,14	160	8,38	1,17	132	11,04	1,19	116
2,70	1,15	255	3,89	1,17	212	5,60	1,17	168	8,60	1,20	138	11,32	1,22	122
2,78	1,19	269	4,00	1,21	223	5,75	1,20	176	8,82	1,23	145	11,60	1,25	127
2,86	1,22	283	4,11	1,24	234	5,90	1,23	184	9,04	1,26	151	11,88	1,28	133
2,94	1,26	297	4,22	1,27	246	6,05	1,26	193	9,26	1,29	158	12,16	1,31	138
3,02	1,29	312	4,33	1,31	257	6,20	1,29	202	9,48	1,32	165	12,44	1,34	144
3,10	1,32	327	4,44	1,34	270	6,35	1,32	211	9,70	1,35	172	12,72	1,37	150
3,18	1,36	343	4,55	1,37	281	6,50	1,35	220	9,92	1,38	179	13,00	1,40	156
3,26	1,39	358	4,66	1,41	294	6,65	1,39	229	10,14	1,41	186	13,28	1,43	162
3,34	1,43	374	4,77	1,44	307	6,80	1,42	238	10,36	1,44	193	13,56	1,46	169
3,42	1,46	391	4,88	1,47	320	6,95	1,45	248	10,58	1,47	201	13,84	1,49	175
3,50	1,50	407	4,99	1,50	333	7,10	1,48	258	10,80	1,51	209	14,12	1,52	181
3,58	1,53	424	5,10	1,54	346	7,25	1,51	268	11,02	1,54	216	14,40	1,55	188
3,66	1,56	442	5,21	1,57	360	7,40	1,54	277	11,24	1,57	224	14,68	1,58	195
3,74	1,60	459	5,32	1,60	374	7,55	1,57	288	11,46	1,60	232	14,96	1,61	202
3,82	1,63	477	5,43	1,64	388	7,70	1,60	299	11,68	1,63	241	15,24	1,64	209
3,90	1,67	495	5,54	1,67	402	7,85	1,64	309	11,90	1,66	249	15,52	1,67	216
3,98	1,70	514	5,65	1,70	417	8,00	1,67	620	12,12	1,69	257	15,80	1,70	222
4,06	1,73	532	5,76	1,74	432	8,15	1,70	331	12,34	1,72	266	16,08	1,73	230
4,14	1,77	552	5,87	1,77	447	8,30	1,73	342	12,56	1,75	275	16,36	1,76	237
4,22	1,80	571	5,98	1,80	462	8,45	1,76	354	12,78	1,78	283	16,64	1,79	244
4,30	1,84	591	6,09	1,84	478	8,60	1,79	365	13,00	1,81	292	16,92	1,82	252
4,38	1,87	611	6,20	1,87	493	8,75	1,82	377	13,22	1,84	301	17,20	1,85	260
4,46	1,91	632	6,31	1,90	509	8,90	1,85	388	13,44	1,87	311	17,48	1,88	268
4,54	1,94	625	6,42	1,94	525	9,05	1,89	400	13,66	1,90	320	17,76	1,91	276
4,62	1,97	673	6,53	1,97	542	9,20	1,92	412	13,88	1,93	329	18,04	1,94	283
4,70	2,01	695	6,64	2,00	559	9,35	1,95	425	14,10	1,97	339	18,32	1,97	292
4,78	2,04	716	6,75	2,04	576	9,50	1,98	437	14,32	2,00	348	18,60	2,00	300
4,86	2,08	738	6,86	2,07	583	9,65	2,01	450	14,54	2,03	358	18,88	2,03	308
4,94	2,11	761	6,97	2,10	611	9,80	2,04	463	14,76	2,06	368	19,16	2,06	317
5,02	2,15	783	7,08	2,13	628	9,95	2,07	476	14,98	2,09	378	19,44	2,09	325
5,10	2,18	806	7,19	2,17	646	10,10	2,10	489	15,20	2,12	389	19,72	2,12	333
5,18	2,21	829	7,30	2,20	664	10,25	2,14	503	15,42	2,15	400	20,00	2,15	342

Anexa II

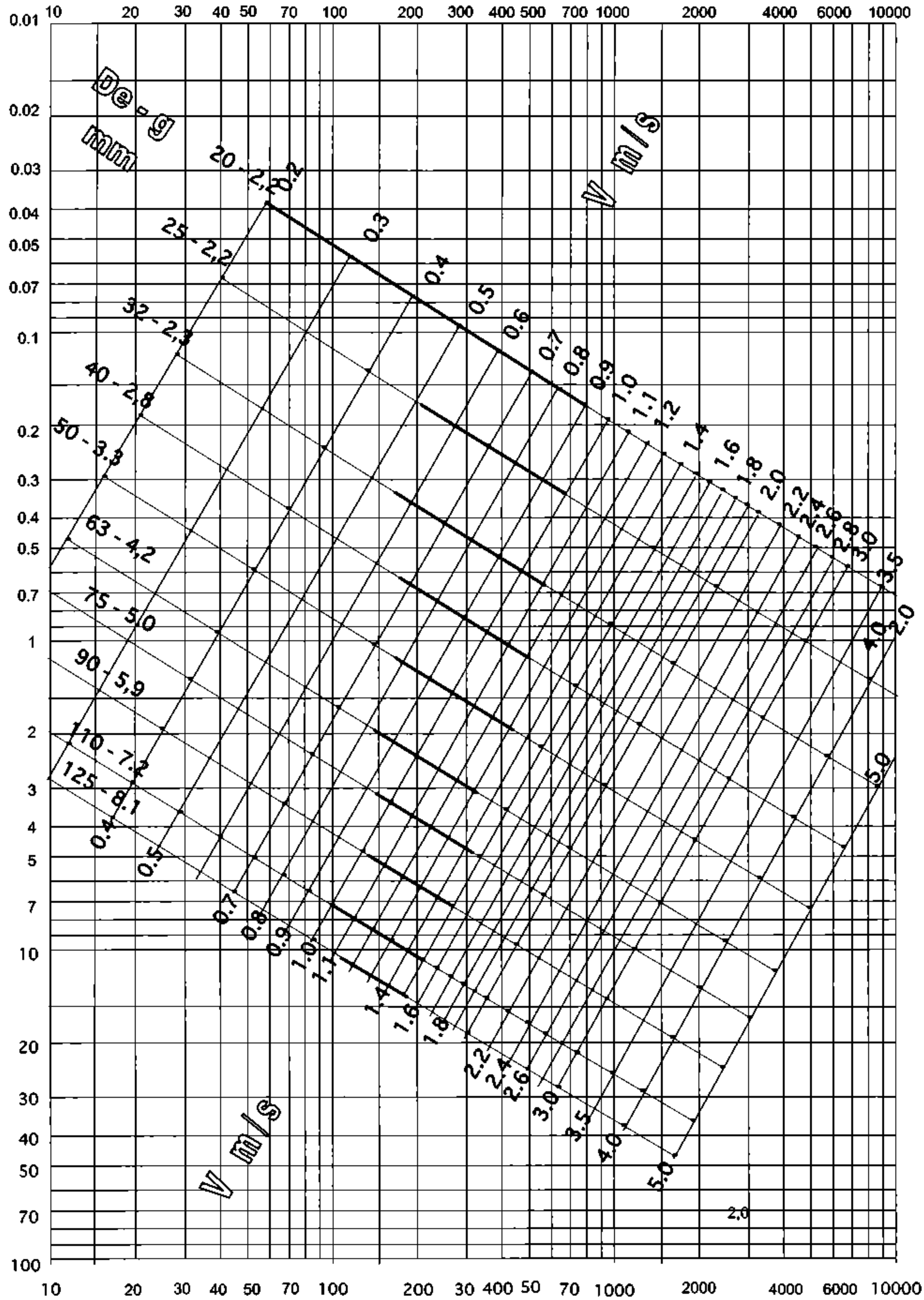


Fig.4.3. Nomograma pentru dimensionarea conductelor din Polipropilenă (PP), D_e = 20 - 125 mm, pentru apă rece P_N= 6 bar.

Tabelul 5.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PP cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă caldă $P_N = 6$ bar

D_e 20 mm			D_e 25 mm			D_e 32 mm			D_e 40 mm			D_e 50 mm		
D_i 15,4 mm			D_i 19,4 mm			D_i 25 m			D_i 31,6 mm			D_i 39,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,11	16	0,04	0,14	18	0,08	0,16	18	0,16	0,20	20	0,30	0,25	21
0,03	0,16	33	0,05	0,18	26	0,10	0,21	26	0,20	0,25	29	0,35	0,29	27
0,04	0,21	54	0,07	0,22	48	0,13	0,26	42	0,23	0,29	37	0,40	0,33	35
0,05	0,27	79	0,08	0,27	60	0,15	0,31	54	0,27	0,34	50	0,45	0,37	42
0,06	0,32	109	0,09	0,31	74	0,18	0,36	74	0,30	0,38	60	0,50	0,41	51
0,07	0,38	143	0,11	0,36	105	0,20	0,41	90	0,34	0,43	75	0,55	0,45	61
0,08	0,43	181	0,12	0,40	122	0,22	0,46	106	0,37	0,47	87	0,60	0,49	71
0,09	0,48	222	0,13	0,44	141	0,25	0,51	133	0,41	0,52	104	0,65	0,53	82
0,10	0,54	268	0,14	0,49	161	0,27	0,55	153	0,44	0,56	118	0,70	0,57	94
0,11	0,59	318	0,16	0,53	204	0,30	0,60	184	0,48	0,61	138	0,75	0,62	106
0,12	0,64	371	0,17	0,58	227	0,32	0,65	207	0,51	0,65	154	0,80	0,66	119
0,13	0,70	427	0,18	0,62	251	0,34	0,70	230	0,55	0,70	176	0,85	0,70	132
0,14	0,75	488	0,20	0,66	303	0,37	0,75	268	0,58	0,74	194	0,90	0,74	147
0,15	0,81	552	0,21	0,71	330	0,39	0,80	295	0,62	0,78	218	0,95	0,78	162
0,16	0,86	619	0,22	0,75	359	0,42	0,85	336	0,65	0,83	238	1,00	0,82	178
0,17	0,91	690	0,24	0,80	420	0,44	0,90	365	0,69	0,87	265	1,05	0,86	194
0,18	0,97	764	0,25	0,84	451	0,46	0,95	396	0,72	0,92	286	1,10	0,90	211
0,19	1,02	842	0,26	0,88	484	0,49	0,99	444	0,76	0,96	316	1,15	0,94	229
0,20	1,07	924	0,27	0,93	518	0,51	1,04	477	0,79	1,01	338	1,20	0,98	247
0,21	1,13	1009	0,29	0,97	589	0,54	1,09	530	0,83	1,05	370	1,25	1,03	266
0,22	1,18	1097	0,30	1,02	626	0,56	1,14	565	0,86	1,10	395	1,30	1,07	286
0,23	1,24	1189	0,31	1,06	665	0,58	1,19	602	0,90	1,14	429	1,35	1,11	307
0,24	1,29	1284	0,33	1,10	744	0,61	1,24	660	0,93	1,19	455	1,40	1,15	327
0,25	1,34	1382	0,34	1,15	785	0,63	1,29	700	0,97	1,23	491	1,45	1,19	349
0,26	1,40	1484	0,35	1,19	828	0,66	1,34	762	1,00	1,28	519	1,50	1,23	371
0,27	1,45	1589	0,37	1,24	915	0,68	1,39	805	1,04	1,32	557	1,55	1,27	394
0,28	1,50	1698	0,38	1,28	960	0,70	1,43	848	1,07	1,37	587	1,60	1,31	417
0,29	1,56	1810	0,39	1,32	1007	0,73	1,48	916	1,11	1,41	628	1,65	1,35	442
0,30	1,61	1925	0,40	1,37	1054	0,75	1,53	962	1,14	1,45	659	1,70	1,40	466
0,31	1,67	2043	0,42	1,41	1152	0,78	1,58	1033	1,18	1,50	702	1,75	1,44	492
0,32	1,72	2165	0,43	1,46	1202	0,80	1,63	1082	1,21	1,54	735	1,80	1,48	518
0,33	1,77	2290	0,44	1,50	1253	0,82	1,68	1132	1,25	1,59	780	1,85	1,52	545
0,34	1,83	2419	0,46	1,54	1359	0,85	1,73	1209	1,28	1,63	815	1,90	1,56	571
0,35	1,88	2550	0,47	1,59	1413	0,87	1,78	1262	1,32	1,68	862	1,95	1,60	600
0,36	1,93	2685	0,48	1,63	1469	0,90	1,83	1343	1,35	1,72	898	2,00	1,64	628
0,37	1,99	2823	0,50	1,68	1583	0,92	1,88	1398	1,39	1,77	947	2,05	1,68	657
0,38	2,04	2964	0,51	1,72	1641	0,94	1,92	1454	1,42	1,81	985	2,10	1,72	687
0,39	2,09	3109	0,52	1,76	1700	0,97	1,97	1541	1,46	1,86	1037	2,15	1,76	717
0,40	2,15	3257	0,53	1,81	1760	0,99	2,02	1600	1,49	1,90	1077	2,20	1,81	748
0,41	2,20	3408	0,55	1,85	1884	1,02	2,07	1690	1,53	1,95	1130	2,25	1,85	780
0,42	2,26	3563	0,56	1,90	1947	1,04	2,12	1751	1,56	1,99	1172	2,30	1,89	812
0,43	2,31	3720	0,57	1,94	2011	1,06	2,17	1814	1,60	2,03	1227	2,35	1,93	845
0,44	2,36	3881	0,59	1,98	2141	1,09	2,22	1910	1,63	2,08	1270	2,40	1,97	878
0,45	2,42	4045	0,60	2,03	2210	1,11	2,27	1975	1,67	2,12	1326	2,45	2,01	913
0,46	2,47	4212	0,61	2,07	2277	1,14	2,32	2075	1,70	2,17	1373	2,50	2,05	947
0,47	2,52	4382	0,63	2,12	2417	1,16	2,36	2142	1,74	2,21	1433	2,55	2,09	983
0,48	2,58	4556	0,64	2,16	2488	1,18	2,41	2211	1,77	2,26	1479	2,60	2,13	1018
0,49	2,63	4733	0,65	2,20	2560	1,21	2,46	2316	1,81	2,30	1541	2,65	2,17	1055
0,50	2,69	4913	0,66	2,25	2632	1,23	2,51	2387	1,84	2,35	1588	2,70	2,22	1092
0,51	2,74	5096	0,68	2,29	2781	1,26	2,56	2490	1,88	2,39	1653	2,75	2,26	1130
0,52	2,79	5283	0,69	2,34	2857	1,28	2,61	2570	1,91	2,44	1702	2,80	2,30	1168
0,53	2,85	5472	0,70	2,38	2934	1,30	2,66	2644	1,95	2,48	1768	2,85	2,34	1207
0,54	2,90	5665	0,72	2,42	3090	1,33	2,71	2759	1,98	2,53	1849	2,90	2,38	1246

Anexa II

Tabelul 5.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PP cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă caldă P_N = 6 bar

D_e 63 mm			D_e 75 mm			D_e 90 mm			D_e 110 mm			D_e 125 mm		
D_i 49,8 mm			D_i 59,4 mm			D_i 71,4 m			D_i 87,6 mm			D_i 99,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,80	0,41	38	1,30	0,47	39	2,00	0,50	35	3,20	0,53	31	4,50	0,58	31
0,88	0,45	46	1,41	0,51	45	2,15	0,54	40	3,42	0,57	34	4,78	0,62	34
0,96	0,49	52	1,52	0,55	52	2,30	0,57	45	3,64	0,60	39	5,06	0,65	38
1,04	0,53	62	1,63	0,59	59	2,45	0,61	51	3,86	0,64	43	5,34	0,69	42
1,12	0,58	70	1,74	0,63	66	2,60	0,65	56	4,08	0,68	47	5,62	0,72	46
1,20	0,62	80	1,85	0,67	74	2,75	0,69	62	4,30	0,71	52	5,90	0,76	50
1,28	0,66	89	1,96	0,71	82	2,90	0,72	69	4,52	0,75	57	6,18	0,80	55
1,36	0,70	100	2,07	0,75	91	3,05	0,76	75	4,74	0,79	62	6,46	0,83	59
1,44	0,74	111	2,18	0,79	100	3,20	0,80	82	4,96	0,82	68	6,74	0,87	64
1,52	0,78	122	2,29	0,83	109	3,35	0,84	89	5,18	0,86	73	7,02	0,91	69
1,60	0,82	134	2,40	0,87	119	3,50	0,87	97	5,40	0,90	79	7,30	0,94	74
1,68	0,86	146	2,51	0,91	129	3,65	0,91	104	5,62	0,93	85	7,58	0,98	79
1,76	0,90	159	2,62	0,95	139	3,80	0,95	112	5,84	0,97	91	7,86	1,01	82
1,84	0,95	173	2,73	0,99	150	3,95	0,99	121	6,06	1,01	97	8,14	1,05	90
1,92	0,99	186	2,84	1,03	162	4,10	1,02	129	6,28	1,04	104	8,42	1,09	86
2,00	1,03	200	2,95	1,07	172	4,25	1,06	138	6,50	1,08	110	8,70	1,12	102
2,08	1,07	216	3,06	1,10	185	4,40	1,10	147	6,72	1,12	118	8,98	1,16	108
2,16	1,11	231	3,17	1,14	197	4,55	1,14	156	6,94	1,15	125	9,26	1,19	114
2,24	1,15	247	3,28	1,18	210	4,70	1,17	166	7,16	1,19	132	9,54	1,23	121
2,32	1,19	263	3,39	1,22	223	4,85	1,21	175	7,38	1,23	139	9,82	1,27	128
2,40	1,23	280	3,50	1,26	237	5,00	1,25	185	7,60	1,26	148	10,10	1,30	134
2,48	1,27	297	3,61	1,30	250	5,15	1,29	196	7,82	1,30	155	10,38	1,34	141
2,56	1,31	315	3,72	1,34	264	5,30	1,32	206	8,04	1,33	163	10,66	1,37	148
2,64	1,36	333	3,83	1,38	279	5,45	1,36	217	8,26	1,37	172	10,94	1,41	156
2,72	1,40	352	3,94	1,42	294	5,60	1,40	228	8,48	1,41	181	11,22	1,45	163
2,80	1,44	371	4,05	1,46	309	5,75	1,44	240	8,70	1,44	189	11,50	1,48	171
2,88	1,48	391	4,16	1,50	325	5,90	1,47	251	8,92	1,48	198	11,78	1,52	178
2,96	1,52	411	4,27	1,54	341	6,05	1,51	263	9,14	1,52	207	12,06	1,55	186
3,04	1,56	432	4,38	1,58	357	6,20	1,55	275	9,36	1,55	216	12,34	1,59	194
3,12	1,60	453	4,49	1,62	373	6,35	1,59	288	9,58	1,59	226	12,62	1,63	202
3,20	1,64	474	4,60	1,66	391	6,50	1,62	300	9,80	1,63	235	12,90	1,66	211
3,28	1,68	496	4,71	1,70	408	6,65	1,66	313	10,02	1,66	245	13,18	1,70	219
3,36	1,73	519	4,82	1,74	426	6,80	1,70	326	10,24	1,70	255	13,46	1,74	228
3,44	1,77	542	4,93	1,78	444	6,95	1,74	340	10,46	1,74	266	13,74	1,77	237
3,52	1,81	565	5,04	1,82	462	7,10	1,77	353	10,68	1,77	276	14,02	1,81	246
3,60	1,85	580	5,15	1,86	481	7,25	1,81	367	10,90	1,81	287	14,30	1,84	255
3,68	1,89	613	5,26	1,90	500	7,40	1,85	381	11,12	1,85	297	14,58	1,88	264
3,76	1,93	638	5,37	1,94	520	7,55	1,89	396	11,34	1,88	308	14,86	1,92	274
3,84	1,97	663	5,48	1,98	539	7,70	1,92	410	11,56	1,92	320	15,14	1,95	283
3,92	2,01	689	5,59	2,02	559	7,85	1,96	425	11,78	1,96	331	15,42	1,99	293
4,00	2,05	715	5,70	2,06	580	8,00	2,00	440	12,00	1,99	342	15,70	2,02	303
4,08	2,10	742	5,81	2,10	600	8,15	2,04	456	12,22	2,03	354	15,98	2,06	313
4,16	2,14	760	5,92	2,14	622	8,30	2,07	472	12,44	2,07	366	16,26	2,10	323
4,24	2,18	796	6,03	2,18	644	8,45	2,11	487	12,66	2,10	378	16,54	2,13	331
4,32	2,22	824	6,14	2,22	666	8,60	2,15	504	12,88	2,14	390	16,82	2,17	344
4,40	2,26	853	6,25	2,26	688	8,75	2,19	520	13,10	2,17	403	17,10	2,20	355
4,48	2,30	882	6,36	2,30	710	8,90	2,22	537	13,32	2,21	415	17,38	2,24	366
4,56	2,34	911	6,47	2,34	733	9,05	2,26	553	13,54	2,25	428	17,66	2,28	377
4,64	2,38	941	6,58	2,38	757	9,20	2,30	571	13,76	2,28	441	17,94	2,31	388
4,72	2,42	972	6,69	2,42	780	9,35	2,34	588	13,98	2,32	454	18,22	2,35	400
4,80	2,47	1007	6,80	2,46	804	9,50	2,37	605	14,20	2,36	468	18,50	2,39	411
4,88	2,51	1033	6,91	2,49	828	9,65	2,41	624	14,42	2,39	482	18,78	2,42	423
4,96	2,55	1065	7,02	2,53	853	9,80	2,45	641	14,64	2,43	495	19,06	2,46	434

Anexa II

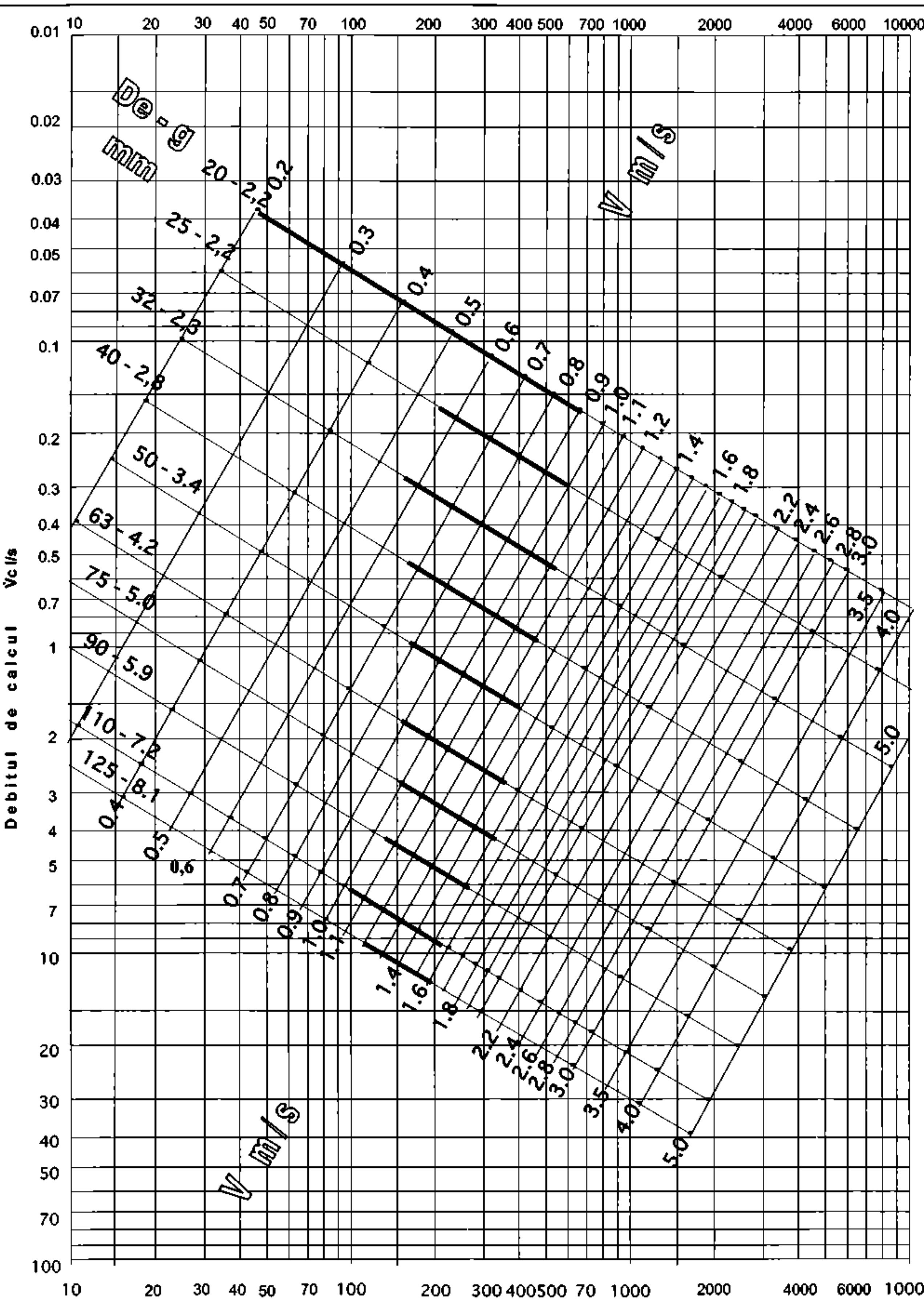


Fig.5.3. Nomograma pentru dimensionarea conductelor din Polipropilenă (PP), D_e = 20 - 125 mm, pentru apă caldă P_N= 6 bar.

Anexa II

Tabelul 6.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PP cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece P_N = *10* bar

D_e 20 mm D_i 15,4 mm			D_e 25 mm D_i 19,4 mm			D_e 32 mm D_i 25 m			D_e 40 mm D_i 31,6 mm			D_e 50 mm D_i 39,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,11	21	0,04	0,14	22	0,08	0,16	22	0,16	0,20	24	0,30	0,25	25
0,03	0,16	41	0,05	0,18	33	0,10	0,21	32	0,20	0,25	35	0,35	0,29	33
0,04	0,21	67	0,07	0,22	58	0,13	0,26	51	0,23	0,29	45	0,40	0,33	41
0,05	0,27	97	0,08	0,27	73	0,15	0,31	65	0,27	0,34	59	0,45	0,37	51
0,06	0,32	133	0,09	0,31	90	0,18	0,36	89	0,30	0,38	71	0,50	0,41	61
0,07	0,38	174	0,11	0,36	127	0,20	0,41	107	0,34	0,43	89	0,55	0,45	72
0,08	0,43	219	0,12	0,40	147	0,22	0,46	127	0,37	0,47	103	0,60	0,49	84
0,09	0,48	268	0,13	0,44	169	0,25	0,51	158	0,41	0,52	123	0,65	0,53	97
0,10	0,54	322	0,14	0,49	192	0,27	0,55	181	0,44	0,56	140	0,70	0,57	110
0,11	0,59	379	0,16	0,53	243	0,30	0,60	218	0,48	0,61	163	0,75	0,62	125
0,12	0,64	442	0,17	0,58	270	0,32	0,65	244	0,51	0,65	181	0,80	0,66	140
0,13	0,70	508	0,18	0,62	299	0,34	0,70	272	0,55	0,70	207	0,85	0,70	156
0,14	0,75	579	0,20	0,66	359	0,37	0,75	315	0,58	0,74	227	0,90	0,74	179
0,15	0,81	653	0,21	0,71	391	0,39	0,80	346	0,62	0,78	250	0,95	0,78	189
0,16	0,86	731	0,22	0,75	424	0,42	0,85	395	0,65	0,83	278	1,00	0,82	208
0,17	0,91	814	0,24	0,80	494	0,44	0,90	428	0,69	0,87	309	1,05	0,86	226
0,18	0,97	900	0,25	0,84	532	0,46	0,95	463	0,72	0,92	333	1,10	0,90	246
0,19	1,02	990	0,26	0,88	570	0,49	0,99	518	0,76	0,96	367	1,15	0,94	266
0,20	1,07	1084	0,27	0,93	609	0,51	1,04	557	0,79	1,01	393	1,20	0,98	587
0,21	1,13	1181	0,29	0,97	691	0,54	1,09	616	0,83	1,05	430	1,25	1,03	309
0,22	1,18	1283	0,30	1,02	734	0,56	1,14	657	0,86	1,10	458	1,30	1,07	331
0,23	1,24	1388	0,31	1,06	777	0,58	1,19	700	0,90	1,14	497	1,35	1,11	354
0,24	1,29	1496	0,33	1,10	868	0,61	1,24	760	0,93	1,19	527	1,40	1,15	378
0,25	1,34	1609	0,34	1,15	916	0,63	1,29	811	0,97	1,23	568	1,45	1,19	403
0,26	1,40	1725	0,35	1,19	964	0,66	1,34	881	1,00	1,28	600	1,50	1,23	428
0,27	1,45	1845	0,37	1,24	1064	0,68	1,39	930	1,04	1,32	643	1,55	1,27	454
0,28	1,50	1969	0,38	1,28	1114	0,70	1,43	979	1,07	1,37	677	1,60	1,31	480
0,29	1,56	2096	0,39	1,32	1169	0,73	1,48	1055	1,11	1,41	722	1,65	1,35	508
0,30	1,61	2227	0,40	1,37	1222	0,75	1,53	1108	1,14	1,45	758	1,70	1,40	536
0,31	1,67	2631	0,42	1,41	1333	0,78	1,58	1188	1,18	1,50	807	1,75	1,44	564
0,32	1,72	2499	0,43	1,46	1391	0,80	1,63	1244	1,21	1,54	844	1,80	1,48	594
0,33	1,77	2640	0,44	1,50	1450	0,82	1,68	1300	1,25	1,59	895	1,85	1,52	624
0,34	1,83	2785	0,46	1,54	1569	0,85	1,73	1387	1,28	1,63	934	1,90	1,56	655
0,35	1,88	2933	0,47	1,59	1631	0,87	1,78	1446	1,32	1,68	987	1,95	1,60	686
0,36	1,93	3085	0,48	1,63	1693	0,90	1,83	1537	1,35	1,72	1028	2,00	1,64	718
0,37	1,99	3241	0,50	1,68	1822	0,92	1,88	1599	1,39	1,77	1083	2,05	1,68	751
0,38	2,04	3400	0,51	1,72	1888	0,94	1,92	1662	1,42	1,81	1126	2,10	1,72	784
0,39	2,09	3562	0,52	1,76	1955	0,97	1,97	1759	1,46	1,86	1183	2,15	1,76	818
0,40	2,15	3728	0,53	1,81	2022	0,99	2,02	1825	1,49	1,90	1227	2,20	1,81	853
0,41	2,20	3897	0,55	1,85	2162	1,02	2,07	1926	1,53	1,95	1288	2,25	1,85	888
0,42	2,26	4070	0,56	1,90	2233	1,04	2,12	1995	1,56	1,99	1334	2,30	1,89	924
0,43	2,31	4246	0,57	1,94	2305	1,06	2,17	2065	1,60	2,03	1396	2,35	1,93	961
0,44	2,36	4426	0,59	1,98	2452	1,09	2,22	2172	1,63	2,08	1444	2,40	1,97	998
0,45	2,42	4609	0,60	2,03	2528	1,11	2,27	2244	1,67	2,12	1509	2,45	2,01	1037
0,46	2,47	4795	0,61	2,07	2604	1,14	2,32	2355	1,70	2,17	1558	2,50	2,05	1075
0,47	2,52	4985	0,63	2,12	2760	1,16	2,36	2431	1,74	2,21	1625	2,55	2,09	1114
0,48	2,58	5178	0,64	2,16	2839	1,18	2,41	2507	1,77	2,26	1677	2,60	2,13	1155
0,49	2,63	5375	0,65	2,20	2920	1,21	2,46	2624	1,81	2,30	1746	2,65	2,17	1195
0,50	2,69	5575	0,66	2,25	3001	1,23	2,51	2703	1,84	2,35	1799	2,70	2,22	1236
0,51	2,74	5778	0,68	2,29	3167	1,26	2,56	2824	1,88	2,39	1870	2,75	2,26	1278
0,52	2,79	5985	0,69	2,34	3252	1,28	2,61	2906	1,91	2,44	1925	2,80	2,30	1321
0,53	2,85	6195	0,70	2,38	3338	1,30	2,66	2989	1,95	2,48	1999	2,85	2,34	1364
0,54	2,90	6409	0,72	2,42	3512	1,33	2,71	3115	1,98	2,53	2055	2,90	2,38	1408

Anexa II

Tabelul 6.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PP cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece P_N = *10* bar

D_e 63 mm			D_e 75 mm			D_e 90 mm			D_e 110 mm			D_e 125 mm		
D_i 49,8 mm			D_i 59,4 mm			D_i 71,4 m			D_i 87,6 mm			D_i 99,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,8	0,41	46	1,3	0,47	46	2	0,5	41	3,2	0,53	36	4,5	0,58	36
0,88	0,45	54	1,41	0,51	53	2,15	0,54	47	3,42	0,57	40	4,78	0,62	40
0,96	0,49	63	1,52	0,55	61	2,3	0,57	53	3,64	0,6	45	5,06	0,65	44
1,04	0,53	72	1,63	0,59	69	2,45	0,61	59	3,86	0,64	50	5,34	0,69	48
1,12	0,58	83	1,74	0,63	78	2,6	0,65	66	4,08	0,68	55	5,62	0,72	53
1,2	0,62	93	1,85	0,67	87	2,75	0,69	73	4,3	0,71	60	5,9	0,76	58
1,28	0,66	105	1,96	0,71	96	2,9	0,72	80	4,52	0,75	66	6,18	0,8	63
1,36	0,7	117	2,07	0,75	106	3,05	0,76	87	4,74	0,79	72	6,46	0,83	68
1,44	0,74	129	2,18	0,79	116	3,2	0,8	95	4,96	0,82	78	6,74	0,87	74
1,52	0,78	142	2,29	0,83	127	3,35	0,84	103	5,18	0,86	84	7,02	0,91	79
1,6	0,82	156	2,4	0,87	138	3,5	0,87	112	5,4	0,9	91	7,3	0,94	85
1,68	0,86	170	2,51	0,91	149	3,65	0,91	121	5,62	0,93	98	7,58	0,98	91
1,76	0,9	185	2,62	0,95	161	3,8	0,95	130	5,84	0,97	105	7,86	1,01	97
1,84	0,95	200	2,73	0,99	173	3,95	0,99	139	6,06	1,01	112	8,14	1,05	104
1,92	0,99	216	2,84	1,03	186	4,1	1,02	148	6,28	1,04	119	8,42	1,09	110
2	1,03	232	2,95	1,07	199	4,25	1,06	158	6,5	1,08	127	8,7	1,12	117
2,08	1,07	249	3,06	1,1	213	4,4	1,1	169	6,72	1,12	135	8,98	1,16	124
2,16	1,11	266	3,17	1,14	227	4,55	1,14	179	6,94	1,15	143	9,26	1,19	131
2,24	1,15	284	3,28	1,18	241	4,7	1,17	190	7,16	1,19	151	9,54	1,23	138
2,32	1,19	303	3,39	1,22	256	4,85	1,21	200	7,38	1,23	160	9,82	1,27	145
2,4	1,23	322	3,5	1,26	271	5	1,25	212	7,6	1,26	168	10,1	1,3	153
2,48	1,27	341	3,61	1,3	287	5,15	1,29	224	7,82	1,3	177	10,38	1,34	161
2,56	1,31	362	3,72	1,34	303	5,3	1,32	236	8,04	1,33	186	10,66	1,37	169
2,64	1,36	382	3,83	1,38	319	5,45	1,36	248	8,26	1,37	196	10,94	1,41	177
2,72	1,4	403	3,94	1,42	336	5,6	1,4	260	8,48	1,41	205	11,22	1,45	185
2,8	1,44	425	4,05	1,46	353	5,75	1,44	273	8,7	1,44	215	11,5	1,48	194
2,88	1,48	447	4,16	1,5	370	5,9	1,47	286	8,92	1,48	225	11,78	1,52	202
2,96	1,52	470	4,27	1,54	388	6,05	1,51	300	9,14	1,52	235	12,06	1,55	211
3,04	1,56	492	4,38	1,58	407	6,2	1,55	313	9,36	1,55	245	12,34	1,59	220
3,12	1,6	516	4,49	1,62	425	6,35	1,59	327	9,58	1,59	256	12,62	1,63	229
3,2	1,64	541	4,6	1,66	444	6,5	1,62	341	9,8	1,63	267	12,9	1,66	239
3,28	1,68	565	4,71	1,7	464	6,65	1,66	355	10,02	1,66	278	13,18	1,7	248
3,36	1,73	591	4,82	1,74	484	6,8	1,7	370	10,24	1,7	289	13,46	1,74	258
3,44	1,77	616	4,93	1,78	504	6,95	1,74	385	10,46	1,74	300	13,74	1,77	268
3,52	1,81	642	5,04	1,82	524	7,1	1,77	400	10,68	1,77	312	14,02	1,81	278
3,6	1,85	669	5,15	1,86	545	7,25	1,81	416	10,9	1,81	324	14,3	1,84	288
3,68	1,89	696	5,26	1,9	566	7,4	1,85	432	11,12	1,85	336	14,58	1,88	298
3,76	1,93	724	5,37	1,94	588	7,55	1,89	448	11,34	1,88	348	14,86	1,92	309
3,84	1,97	752	5,48	1,98	610	7,7	1,92	464	11,56	1,92	361	15,14	1,95	319
3,92	2,01	781	5,59	2,02	633	7,85	1,96	481	11,78	1,96	373	15,42	1,99	330
4	2,05	810	5,7	2,06	655	8	2	497	12	1,99	386	15,7	2,02	341
4,08	2,1	840	5,81	2,1	679	8,15	2,04	515	12,22	2,03	399	15,98	2,06	353
4,16	2,14	870	5,92	2,14	702	8,3	2,07	532	12,44	2,07	412	16,26	2,1	364
4,24	2,18	900	6,03	2,18	726	8,45	2,11	550	12,66	2,1	426	16,54	2,13	375
4,32	2,22	932	6,14	2,22	751	8,6	2,15	568	12,88	2,14	439	16,82	2,17	387
4,4	2,26	963	6,25	2,26	775	8,75	2,19	586	13,1	2,17	453	17,1	2,2	400
4,48	2,3	995	6,36	2,3	800	8,9	2,22	604	13,32	2,21	467	17,38	2,24	411
4,56	2,34	1028	6,47	2,34	826	9,05	2,26	623	13,54	2,25	481	17,66	2,28	423
4,64	2,38	1061	6,58	2,38	851	9,2	2,3	642	13,76	2,28	496	17,94	2,31	436
4,72	2,42	1095	6,69	2,42	878	9,35	2,34	661	13,98	2,32	510	18,22	2,35	448
4,8	2,47	1129	6,8	2,46	904	9,5	2,37	681	14,2	2,36	525	18,5	2,39	461
4,88	2,51	1163	6,91	2,49	931	9,65	2,41	700	14,42	2,39	540	18,78	2,42	474
4,96	2,55	1198	7,02	2,53	958	9,8	2,45	720	14,64	2,43	555	19,06	2,46	487

Anexa II

Tabelul 7.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PP cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă caldă P_N = *10* bar

D_e 20 mm D_i 13,4 mm			D_e 25 mm D_i 16,8 mm			D_e 32 mm D_i 21,6 m			D_e 40 mm D_i 27,2 mm			D_e 50 mm D_i 34,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,015	0,11	19	0,030	0,14	22	0,08	0,22	36	0,16	0,28	40	0,30	0,32	40
0,020	0,14	32	0,039	0,18	34	0,10	0,26	53	0,18	0,31	50	0,33	0,36	47
0,025	0,18	46	0,048	0,22	49	0,11	0,30	63	0,20	0,35	60	0,36	0,39	55
0,030	0,21	63	0,057	0,26	66	0,13	0,34	84	0,23	0,39	77	0,39	0,42	63
0,035	0,25	83	0,066	0,30	85	0,14	0,38	96	0,25	0,43	89	0,42	0,45	72
0,040	0,28	105	0,075	0,34	107	0,16	0,42	121	0,27	0,46	102	0,45	0,48	82
0,045	0,32	128	0,084	0,38	130	0,17	0,46	135	0,29	0,50	116	0,48	0,52	92
0,050	0,35	154	0,093	0,42	155	0,19	0,51	165	0,31	0,54	130	0,51	0,55	102
0,055	0,39	182	0,102	0,46	183	0,20	0,55	181	0,34	0,58	153	0,54	0,58	113
0,060	0,43	212	0,111	0,50	212	0,22	0,59	214	0,36	0,62	170	0,57	0,61	125
0,065	0,46	244	0,120	0,54	244	0,23	0,63	231	0,38	0,65	187	0,60	0,65	137
0,070	0,50	278	0,129	0,58	277	0,25	0,67	269	0,40	0,69	205	0,63	0,68	149
0,075	0,53	314	0,138	0,62	313	0,26	0,71	288	0,42	0,73	224	0,66	0,71	162
0,080	0,57	352	0,147	0,66	350	0,28	0,75	329	0,45	0,77	253	0,69	0,74	176
0,085	0,60	392	0,156	0,70	389	0,29	0,79	351	0,47	0,81	274	0,72	0,78	190
0,090	0,64	434	0,165	0,74	430	0,31	0,83	395	0,49	0,84	295	0,75	0,81	204
0,095	0,67	478	0,174	0,79	473	0,32	0,87	418	0,51	0,88	317	0,78	0,84	219
0,100	0,71	523	0,183	0,83	517	0,34	0,91	467	0,53	0,92	340	0,81	0,87	235
0,105	0,74	571	0,192	0,87	563	0,35	0,96	491	0,56	0,96	375	0,84	0,90	241
0,110	0,78	620	0,201	0,91	612	0,37	1,00	543	0,58	1,00	400	0,87	0,94	267
0,115	0,82	671	0,210	0,95	662	0,38	1,04	570	0,60	1,03	426	0,90	0,97	274
0,120	0,85	724	0,219	0,99	714	0,40	1,08	625	0,62	1,07	452	0,93	1,00	301
0,125	0,89	779	0,228	1,03	767	0,41	1,12	654	0,64	1,11	478	0,96	1,03	319
0,130	0,92	836	0,237	1,07	823	0,43	1,16	713	0,67	1,15	520	0,99	1,07	337
0,135	0,96	894	0,246	1,11	881	0,44	1,20	743	0,69	1,18	548	1,02	1,10	356
0,140	0,99	955	0,255	1,15	939	0,46	1,24	806	0,71	1,22	577	1,05	1,13	375
0,145	1,03	1017	0,264	1,19	999	0,47	1,28	838	0,73	1,26	607	1,08	1,16	385
0,150	1,06	1081	0,273	1,23	1062	0,49	1,32	904	0,75	1,30	638	1,11	1,19	415
0,155	1,10	1146	0,282	1,27	1126	0,50	1,37	937	0,78	1,34	685	1,14	1,23	436
0,160	1,14	1213	0,291	1,31	1192	0,52	1,41	1007	0,80	1,37	717	1,17	1,26	457
0,165	1,17	1283	0,300	1,35	1260	0,53	1,45	1042	0,82	1,41	750	1,20	1,29	479
0,170	1,21	1354	0,309	1,39	1329	0,55	1,49	1115	0,84	1,45	784	1,23	1,32	501
0,175	1,24	1426	0,318	1,44	1400	0,56	1,53	1152	0,86	1,49	819	1,26	1,36	523
0,180	1,28	1501	0,327	1,48	1473	0,58	1,57	1228	0,89	1,53	871	1,29	1,39	546
0,185	1,31	1577	0,336	1,52	1548	0,59	1,61	1267	0,91	1,56	906	1,32	1,42	570
0,190	1,35	1655	0,345	1,56	1625	0,61	1,65	1347	0,93	1,60	944	1,35	1,45	593
0,195	1,38	1735	0,354	1,60	1702	0,62	1,69	1387	0,95	1,64	982	1,38	1,49	618
0,200	1,42	1816	0,363	1,64	1782	0,64	1,73	1470	0,97	1,68	1020	1,41	1,52	643
0,205	1,45	1899	0,372	1,68	1863	0,65	1,77	1512	1,00	1,71	1078	1,44	1,55	668
0,210	1,49	1984	0,381	1,72	1946	0,67	1,82	1599	1,02	1,75	1118	1,47	1,58	693
0,215	1,53	2071	0,390	1,76	2031	0,68	1,86	1643	1,04	1,79	1159	1,50	1,61	720
0,220	1,56	2159	0,399	1,80	2117	0,70	1,90	1732	1,06	1,83	1200	1,53	1,65	746
0,225	1,60	2249	0,408	1,84	2205	0,71	1,94	1778	1,08	1,87	1242	1,56	1,68	773
0,230	1,63	2341	0,417	1,88	2295	0,73	1,98	1871	1,11	1,90	1306	1,59	1,71	801
0,235	1,67	2434	0,426	1,92	2387	0,74	2,02	1918	1,13	1,94	1350	1,62	1,74	829
0,240	1,70	2529	0,435	1,96	2480	0,76	2,06	2015	1,15	1,98	1394	1,65	1,78	857
0,245	1,74	2626	0,444	2,00	2575	0,77	2,10	2064	1,17	2,02	1439	1,68	1,81	886
0,250	1,77	2724	0,453	2,04	2671	0,79	2,14	2163	1,19	2,06	1484	1,71	1,84	915
0,255	1,81	2825	0,462	2,09	2769	0,80	2,18	2214	1,22	2,09	1559	1,74	1,87	945
0,260	1,84	2927	0,471	2,13	2869	0,82	2,23	2317	1,24	2,13	1601	1,77	1,91	975
0,265	1,88	3030	0,480	2,17	2971	0,83	2,27	2369	1,26	2,17	1649	1,80	1,94	1006
0,270	1,92	3135	0,489	2,21	3074	0,85	2,31	2476	1,28	2,21	1698	1,83	1,97	1037
0,275	1,95	3242	0,498	2,25	2179	0,86	2,35	2530	1,30	2,25	1747	1,86	2,00	1068

Anexa II

Tabelul 7.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PP cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă caldă P_N = 10 bar

D_e 63 mm D_i 43,6 mm			D_e 75 mm D_i 51,6 mm			D_e 90 mm D_i 62 m			D_e 110 mm D_i 76 mm			D_e 125 mm D_i 86,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,60	0,40	44	0,90	0,43	40	1,5	0,50	41	2,40	0,53	36	3,2	0,55	33
0,65	0,44	50	0,97	0,46	46	1,6	0,53	46	2,55	0,56	40	3,4	0,58	36
0,70	0,47	58	1,04	0,50	52	1,7	0,56	52	2,70	0,60	45	3,6	0,61	41
0,75	0,50	65	1,11	0,53	58	1,8	0,60	57	2,85	0,63	49	3,8	0,65	45
0,80	0,54	73	1,18	0,56	65	1,9	0,63	63	3,00	0,66	54	4,0	0,68	49
0,85	0,57	81	1,25	0,60	72	2,0	0,66	70	3,15	0,69	59	4,2	0,72	53
0,90	0,60	90	1,32	0,63	80	2,1	0,70	76	3,30	0,73	64	4,4	0,75	58
0,95	0,64	99	1,39	0,67	88	2,2	0,73	83	3,45	0,76	70	4,6	0,78	63
1,00	0,67	109	1,46	0,70	96	2,3	0,76	89	3,60	0,79	75	4,8	0,82	68
1,05	0,70	119	1,53	0,73	104	2,4	0,80	97	3,75	0,83	81	5,0	0,85	73
1,10	0,74	130	1,60	0,77	113	2,5	0,83	104	3,90	0,86	87	5,2	0,89	79
1,15	0,77	140	1,67	0,80	122	2,6	0,86	112	4,05	0,89	93	5,4	0,92	84
1,20	0,80	152	1,74	0,83	131	2,7	0,89	120	4,20	0,93	100	5,6	0,96	90
1,25	0,84	163	1,81	0,87	141	2,8	0,93	128	4,35	0,96	106	5,8	0,99	96
1,30	0,87	175	1,88	0,90	151	2,9	0,96	136	4,50	0,99	113	6,0	1,02	102
1,35	0,90	188	1,95	0,93	161	3,0	0,99	145	4,65	1,03	120	6,2	1,06	109
1,40	0,94	200	2,02	0,97	172	3,1	1,03	154	4,80	1,06	127	6,4	1,09	115
1,45	0,97	214	2,09	1,00	183	3,2	1,06	163	4,95	1,09	134	6,6	1,13	122
1,50	1,01	227	2,16	1,03	194	3,3	1,09	172	5,10	1,12	142	6,8	1,16	129
1,55	1,04	241	2,23	1,07	206	3,4	1,13	182	5,25	1,16	150	7,0	1,19	136
1,60	1,07	255	2,30	1,10	218	3,5	1,16	192	5,40	1,19	158	7,2	1,23	143
1,65	1,11	270	2,37	1,13	230	3,6	1,19	202	5,55	1,22	166	7,4	1,26	150
1,70	1,14	285	2,44	1,17	243	3,7	1,23	213	5,70	1,26	174	7,6	1,30	158
1,75	1,17	301	2,51	1,20	256	3,8	1,26	223	5,85	1,29	182	7,8	1,33	166
1,80	1,21	316	2,58	1,23	269	3,9	1,29	234	6,00	1,32	191	8,0	1,37	173
1,85	1,24	332	2,65	1,27	282	4,0	1,33	245	6,15	1,36	200	8,2	1,40	181
1,90	1,27	349	2,72	1,30	296	4,1	1,36	256	6,30	1,39	209	8,4	1,43	190
1,95	1,31	366	2,79	1,33	310	4,2	1,39	268	6,45	1,42	218	8,6	1,47	198
2,00	1,34	383	2,86	1,37	325	4,3	1,43	280	6,60	1,46	228	8,8	1,50	207
2,05	1,37	401	2,93	1,40	339	4,4	1,46	292	6,75	1,49	237	9,0	1,54	215
2,10	1,41	419	3,00	1,44	354	4,5	1,49	304	6,90	1,52	247	9,2	1,57	224
2,15	1,44	438	3,07	1,47	370	4,6	1,52	317	7,05	1,55	257	9,4	1,60	233
2,20	1,47	456	3,14	1,50	385	4,7	1,56	330	7,20	1,59	267	9,6	1,64	242
2,25	1,51	476	3,21	1,54	401	4,8	1,59	343	7,35	1,62	277	9,8	1,67	252
2,30	1,54	495	3,28	1,57	417	4,9	1,62	356	7,50	1,65	288	10,0	1,71	262
2,35	1,57	515	3,35	1,60	434	5,0	1,66	369	7,65	1,69	299	10,2	1,74	271
2,40	1,61	535	3,42	1,64	450	5,1	1,69	383	7,80	1,72	310	10,4	1,77	281
2,45	1,64	556	3,49	1,67	468	5,2	1,72	397	7,95	1,75	321	10,6	1,81	291
2,50	1,68	577	3,56	1,70	485	5,3	1,76	412	8,10	1,79	332	10,8	1,84	301
2,55	1,71	598	3,63	1,74	503	5,4	1,79	426	8,25	1,82	344	11,0	1,88	312
2,60	1,74	620	3,70	1,77	521	5,5	1,82	440	8,40	1,85	355	11,2	1,91	322
2,65	1,78	642	3,77	1,80	539	5,6	1,86	455	8,55	1,89	367	11,4	1,95	333
2,70	1,81	665	3,84	1,84	558	5,7	1,89	470	8,70	1,92	379	11,6	1,98	344
2,75	1,84	688	3,91	1,87	576	5,8	1,92	485	8,85	1,95	391	11,8	2,01	355
2,80	1,88	711	3,98	1,90	596	5,9	1,96	501	9,00	1,98	403	12,0	2,05	366
2,85	1,91	734	4,05	1,94	615	6,0	1,99	517	9,15	2,02	416	12,2	2,08	377
2,90	1,94	758	4,12	1,97	635	6,1	2,02	533	9,30	2,05	429	12,4	2,12	389
2,95	1,98	782	4,19	2,00	655	6,2	2,05	549	9,45	2,08	442	12,6	2,15	401
3,00	2,01	807	4,26	2,04	675	6,3	2,09	566	9,60	2,12	455	12,8	2,18	413
3,05	2,04	832	4,33	2,07	696	6,4	2,12	583	9,75	2,15	468	13,0	2,22	425
3,10	2,08	857	4,40	2,11	717	6,5	2,15	599	9,90	2,18	481	13,2	2,25	437
3,15	2,11	883	4,47	2,14	738	6,6	2,19	616	10,05	2,22	495	13,4	2,29	450
3,20	2,14	909	4,54	2,17	760	6,7	2,22	634	10,20	2,25	509	13,6	2,32	462

Anexa II

Tabelul 8.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PP cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece P_N = 16 bar

D_e 20 mm D_i 13,4 mm			D_e 25 mm D_i 16,8 mm			D_e 32 mm D_i 21,6 m			D_e 40 mm D_i 27,2 mm			D_e 50 mm D_i 34,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,015	0,11	25	0,030	0,14	27	0,08	0,22	44	0,16	0,28	49	0,30	0,32	48
0,020	0,14	40	0,039	0,18	42	0,10	0,26	65	0,18	0,31	60	0,33	0,36	56
0,025	0,18	56	0,048	0,22	60	0,11	0,30	76	0,20	0,35	72	0,36	0,39	66
0,030	0,21	79	0,057	0,26	81	0,13	0,34	102	0,23	0,39	92	0,39	0,42	75
0,035	0,25	102	0,066	0,30	104	0,14	0,38	116	0,25	0,43	106	0,42	0,45	86
0,040	0,28	128	0,075	0,34	129	0,16	0,42	146	0,27	0,46	121	0,45	0,48	97
0,045	0,32	157	0,084	0,38	157	0,17	0,46	162	0,29	0,50	137	0,48	0,52	108
0,050	0,35	188	0,093	0,42	188	0,19	0,51	196	0,31	0,54	154	0,51	0,55	121
0,055	0,39	221	0,102	0,46	220	0,20	0,55	215	0,34	0,58	182	0,54	0,58	134
0,060	0,43	257	0,111	0,50	255	0,22	0,59	254	0,36	0,62	200	0,57	0,61	147
0,065	0,46	295	0,120	0,54	292	0,23	0,63	275	0,38	0,65	231	0,60	0,65	161
0,070	0,50	336	0,129	0,58	331	0,25	0,67	318	0,40	0,69	242	0,63	0,68	175
0,075	0,53	378	0,138	0,62	373	0,26	0,71	341	0,42	0,73	263	0,66	0,71	190
0,080	0,57	423	0,147	0,66	416	0,28	0,75	388	0,45	0,77	298	0,69	0,74	206
0,085	0,60	470	0,156	0,70	462	0,29	0,79	413	0,47	0,81	321	0,72	0,78	222
0,090	0,64	519	0,165	0,74	509	0,31	0,83	465	0,49	0,84	346	0,75	0,81	239
0,095	0,67	570	0,174	0,79	559	0,32	0,87	491	0,51	0,88	371	0,78	0,84	256
0,100	0,71	624	0,183	0,83	611	0,34	0,91	547	0,53	0,92	398	0,81	0,87	274
0,105	0,74	679	0,192	0,87	665	0,35	0,96	576	0,56	0,96	438	0,84	0,90	292
0,110	0,78	737	0,201	0,91	721	0,37	1,00	635	0,58	1,00	467	0,87	0,94	311
0,115	0,82	797	0,210	0,95	778	0,38	1,04	666	0,60	1,03	496	0,90	0,97	330
0,120	0,85	858	0,219	0,99	838	0,40	1,08	730	0,62	1,07	525	0,93	1,00	350
0,125	0,89	922	0,228	1,03	900	0,41	1,12	762	0,64	1,11	556	0,96	1,03	370
0,130	0,92	988	0,237	1,07	964	0,43	1,16	830	0,67	1,15	603	0,99	1,07	391
0,135	0,96	1055	0,246	1,11	1030	0,44	1,20	864	0,69	1,18	636	1,02	1,10	412
0,140	0,99	1125	0,255	1,15	1097	0,46	1,24	935	0,71	1,22	669	1,05	1,13	435
0,145	1,03	1197	0,264	1,19	1166	0,47	1,28	972	0,73	1,26	703	1,08	1,16	457
0,150	1,06	1271	0,273	1,23	1238	0,49	1,32	1047	0,75	1,30	738	1,11	1,19	480
0,155	1,10	1346	0,282	1,27	1312	0,50	1,37	1085	0,78	1,34	791	1,14	1,23	504
0,160	1,14	1424	0,291	1,31	1387	0,52	1,41	1164	0,80	1,37	828	1,17	1,26	527
0,165	1,17	1503	0,300	1,35	1464	0,53	1,45	1204	0,82	1,41	866	1,20	1,29	552
0,170	1,21	1585	0,309	1,39	1543	0,55	1,49	1287	0,84	1,45	904	1,23	1,32	577
0,175	1,24	1668	0,318	1,44	1624	0,56	1,53	1329	0,86	1,49	943	1,26	1,36	602
0,180	1,28	1753	0,327	1,48	1707	0,58	1,57	1415	0,89	1,53	1002	1,29	1,39	628
0,185	1,31	1841	0,336	1,52	1792	0,59	1,61	1459	0,91	1,56	1043	1,32	1,42	655
0,190	1,35	1930	0,345	1,56	1878	0,61	1,65	1549	0,93	1,60	1085	1,35	1,45	682
0,195	1,38	2021	0,354	1,60	1967	0,62	1,69	1595	0,95	1,64	1127	1,38	1,49	709
0,200	1,42	2114	0,363	1,64	2057	0,64	1,73	1688	0,97	1,68	1170	1,41	1,52	737
0,205	1,45	2209	0,372	1,68	2149	0,65	1,77	1736	1,00	1,71	1236	1,44	1,55	766
0,210	1,49	2305	0,381	1,72	2243	0,67	1,82	1833	1,02	1,75	1281	1,47	1,58	795
0,215	1,53	2404	0,390	1,76	2339	0,68	1,86	1883	1,04	1,79	1326	1,50	1,61	824
0,220	1,56	2504	0,399	1,80	2436	0,70	1,90	1983	1,06	1,83	1373	1,53	1,65	854
0,225	1,60	2607	0,408	1,84	2536	0,71	1,94	2035	1,08	1,87	1420	1,56	1,68	884
0,230	1,63	2711	0,417	1,88	2636	0,73	1,98	2139	1,11	1,90	1491	1,59	1,71	915
0,235	1,67	2717	0,426	1,92	2740	0,74	2,02	2192	1,13	1,94	1540	1,62	1,74	946
0,240	1,70	2924	0,435	1,96	2845	0,76	2,06	2300	1,15	1,98	1590	1,65	1,78	979
0,245	1,74	3034	0,444	2,00	2951	0,77	2,10	2355	1,17	2,02	1640	1,68	1,81	1011
0,250	1,77	3145	0,453	2,04	3059	0,79	2,14	2466	1,19	2,06	1691	1,71	1,84	1040
0,255	1,81	3259	0,462	2,09	3170	0,80	2,18	2523	1,22	2,09	1769	1,74	1,87	1077
0,260	1,84	3374	0,471	2,13	3282	0,82	2,23	2638	1,24	2,13	1821	1,77	1,91	1111
0,265	1,88	3491	0,480	2,17	3395	0,83	2,27	2696	1,26	2,17	1875	1,80	1,94	1145
0,270	1,92	3609	0,489	2,21	3511	0,85	2,31	2815	1,28	2,21	1929	1,83	1,97	1180
0,275	1,95	3730	0,498	2,25	3641	0,86	2,35	2875	1,30	2,25	1984	1,86	2,00	1215

Anexa II

Tabelul 8.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PP cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece P_N = 16 bar

D_e 63 mm D_i 43,6 mm			D_e 75 mm D_i 51,6 mm			D_e 90 mm D_i 62 m			D_e 110 mm D_i 76 mm			D_e 125 mm D_i 86,4 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,60	0,40	52	0,90	0,43	47	1,5	0,50	47	2,40	0,53	42	3,2	0,55	38
0,65	0,44	60	0,97	0,46	54	1,6	0,53	54	2,55	0,56	47	3,4	0,58	42
0,70	0,47	68	1,04	0,50	61	1,7	0,56	61	2,70	0,60	52	3,6	0,61	47
0,75	0,50	77	1,11	0,53	68	1,8	0,60	67	2,85	0,63	57	3,8	0,65	52
0,80	0,54	86	1,18	0,56	76	1,9	0,63	74	3,00	0,66	63	4,0	0,68	57
0,85	0,57	96	1,25	0,60	86	2,0	0,66	81	3,15	0,69	69	4,2	0,72	62
0,90	0,60	106	1,32	0,63	93	2,1	0,70	88	3,30	0,73	74	4,4	0,75	67
0,95	0,64	117	1,39	0,67	102	2,2	0,73	96	3,45	0,76	81	4,6	0,78	73
1,00	0,67	128	1,46	0,70	111	2,3	0,76	104	3,60	0,79	87	4,8	0,82	79
1,05	0,70	139	1,53	0,73	121	2,4	0,80	112	3,75	0,83	94	5,0	0,85	85
1,10	0,74	151	1,60	0,77	131	2,5	0,83	121	3,90	0,86	100	5,2	0,89	91
1,15	0,77	164	1,67	0,80	141	2,6	0,86	129	4,05	0,89	108	5,4	0,92	97
1,20	0,80	177	1,74	0,83	152	2,7	0,89	138	4,20	0,93	115	5,6	0,96	104
1,25	0,84	190	1,81	0,87	164	2,8	0,93	148	4,35	0,96	122	5,8	0,99	111
1,30	0,87	204	1,88	0,90	175	2,9	0,96	157	4,50	0,99	130	6,0	1,02	117
1,35	0,90	218	1,95	0,93	187	3,0	0,99	167	4,65	1,03	138	6,2	1,06	125
1,40	0,94	232	2,02	0,97	199	3,1	1,03	177	4,80	1,06	146	6,4	1,09	132
1,45	0,97	247	2,09	1,00	212	3,2	1,06	186	4,95	1,09	154	6,6	1,13	140
1,50	1,01	263	2,16	1,03	224	3,3	1,09	198	5,10	1,12	163	6,8	1,16	147
1,55	1,04	279	2,23	1,07	238	3,4	1,13	209	5,25	1,16	171	7,0	1,19	155
1,60	1,07	295	2,30	1,10	251	3,5	1,16	221	5,40	1,19	180	7,2	1,23	163
1,65	1,11	312	2,37	1,13	265	3,6	1,19	232	5,55	1,22	190	7,4	1,26	172
1,70	1,14	329	2,44	1,17	279	3,7	1,23	244	5,70	1,26	199	7,6	1,30	180
1,75	1,17	347	2,51	1,20	294	3,8	1,26	256	5,85	1,29	208	7,8	1,33	189
1,80	1,21	364	2,58	1,23	309	3,9	1,29	268	6,00	1,32	218	8,0	1,37	198
1,85	1,24	383	2,65	1,27	324	4,0	1,33	281	6,15	1,36	228	8,2	1,40	207
1,90	1,27	402	2,72	1,30	340	4,1	1,36	293	6,30	1,39	238	8,4	1,43	216
1,95	1,31	421	2,79	1,33	356	4,2	1,39	306	6,45	1,42	249	8,6	1,47	225
2,00	1,34	441	2,86	1,37	372	4,3	1,43	320	6,60	1,46	259	8,8	1,50	235
2,05	1,37	460	2,93	1,40	388	4,4	1,46	333	6,75	1,49	270	9,0	1,54	245
2,10	1,41	481	3,00	1,44	405	4,5	1,49	347	6,90	1,52	281	9,2	1,57	255
2,15	1,44	502	3,07	1,47	422	4,6	1,52	361	7,05	1,55	292	9,4	1,60	265
2,20	1,47	523	3,14	1,50	440	4,7	1,56	375	7,20	1,59	304	9,6	1,64	275
2,25	1,51	544	3,21	1,54	457	4,8	1,59	390	7,35	1,62	315	9,8	1,67	285
2,30	1,54	566	3,28	1,57	476	4,9	1,62	405	7,50	1,65	327	10,0	1,71	296
2,35	1,57	589	3,35	1,60	494	5,0	1,66	420	7,65	1,69	339	10,2	1,74	307
2,40	1,61	612	3,42	1,64	513	5,1	1,69	435	7,80	1,72	351	10,4	1,77	318
2,45	1,64	634	3,49	1,67	532	5,2	1,72	451	7,95	1,75	363	10,6	1,81	329
2,50	1,68	658	3,56	1,70	552	5,3	1,76	467	8,10	1,79	376	10,8	1,84	341
2,55	1,71	682	3,63	1,74	572	5,4	1,79	483	8,25	1,82	389	11,0	1,88	352
2,60	1,74	707	3,70	1,77	592	5,5	1,82	499	8,40	1,85	402	11,2	1,91	364
2,65	1,78	731	3,77	1,80	613	5,6	1,86	516	8,55	1,89	415	11,4	1,95	376
2,70	1,81	757	3,84	1,84	633	5,7	1,89	533	8,70	1,92	428	11,6	1,98	388
2,75	1,84	782	3,91	1,87	654	5,8	1,92	550	8,85	1,95	442	11,8	2,01	400
2,80	1,88	808	3,98	1,90	675	5,9	1,96	567	9,00	1,98	455	12,0	2,05	413
2,85	1,91	834	4,05	1,94	697	6,0	1,99	584	9,15	2,02	469	12,2	2,08	425
2,90	1,94	861	4,12	1,97	720	6,1	2,02	602	9,30	2,05	483	12,4	2,12	438
2,95	1,98	888	4,19	2,00	742	6,2	2,05	621	9,45	2,08	498	12,6	2,15	451
3,00	2,01	916	4,26	2,04	764	6,3	2,09	639	9,60	2,12	512	12,8	2,18	464
3,05	2,04	944	4,33	2,07	787	6,4	2,12	657	9,75	2,15	527	13,0	2,22	478
3,10	2,08	970	4,40	2,11	811	6,5	2,15	676	9,90	2,18	542	13,2	2,25	491
3,15	2,11	1000	4,47	2,14	834	6,6	2,19	695	10,05	2,22	557	13,4	2,29	505
3,20	2,14	1030	4,54	2,17	859	6,7	2,22	715	10,20	2,25	572	13,6	2,32	519

Anexa II

Tabelul 9.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PE cu D_e 20 - 50 mm, pentru apă rece P_N = 6 bar

D_e 20 mm D_i 15,2 mm			D_e 25 mm D_i 20,2 mm			D_e 32 mm D_i 27,2 m			D_e 40 mm D_i 35,2 mm			D_e 50 mm D_i 44,2 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,02	0,11	22	0,04	0,12	17	0,10	0,17	22	0,20	0,21	21	0,40	0,26	24
0,03	0,17	43	0,05	0,17	27	0,12	0,21	30	0,24	0,24	29	0,45	0,29	29
0,04	0,22	71	0,07	0,21	48	0,15	0,25	44	0,27	0,28	36	0,50	0,33	35
0,05	0,28	104	0,08	0,25	60	0,17	0,30	54	0,31	0,31	45	0,55	0,36	42
0,06	0,33	142	0,09	0,29	74	0,20	0,34	72	0,34	0,35	53	0,60	0,39	47
0,07	0,39	185	0,11	0,33	105	0,22	0,38	85	0,38	0,39	65	0,65	0,42	56
0,08	0,44	233	0,12	0,37	122	0,24	0,42	99	0,41	0,42	74	0,70	0,46	64
0,09	0,50	285	0,13	0,41	140	0,27	0,46	121	0,45	0,46	87	0,75	0,49	72
0,10	0,55	342	0,14	0,45	159	0,29	0,50	137	0,48	0,49	97	0,80	0,52	81
0,11	0,61	404	0,16	0,49	200	0,32	0,54	163	0,52	0,53	112	0,85	0,55	90
0,12	0,66	470	0,17	0,53	222	0,34	0,59	181	0,55	0,57	124	0,90	0,59	99
0,13	0,72	541	0,18	0,57	246	0,36	0,63	200	0,59	0,60	140	0,95	0,62	109
0,14	0,77	616	0,20	0,61	296	0,39	0,67	231	0,62	0,64	153	1,00	0,65	120
0,15	0,83	695	0,21	0,65	323	0,41	0,71	252	0,66	0,67	171	1,05	0,68	130
0,16	0,88	778	0,22	0,69	350	0,44	0,75	286	0,69	0,71	184	1,10	0,72	142
0,17	0,94	866	0,24	0,73	408	0,46	0,79	309	0,73	0,75	204	1,15	0,75	153
0,18	0,99	958	0,25	0,77	438	0,48	0,83	333	0,76	0,78	219	1,20	0,78	165
0,19	1,05	1054	0,26	0,81	470	0,51	0,87	371	0,80	0,82	240	1,25	0,82	178
0,20	1,10	1154	0,27	0,86	502	0,53	0,92	398	0,83	0,85	256	1,30	0,85	191
0,21	1,16	1258	0,29	0,90	569	0,56	0,96	438	0,87	0,89	278	1,35	0,88	204
0,22	1,21	1366	0,30	0,94	604	0,58	1,00	466	0,90	0,93	296	1,40	0,91	218
0,23	1,27	1478	0,31	0,98	640	0,60	1,04	496	0,94	0,96	319	1,45	0,95	232
0,24	1,32	1594	0,33	1,02	715	0,63	1,08	541	0,97	1,00	338	1,50	0,98	246
0,25	1,38	1714	0,34	1,06	754	0,65	1,12	572	1,01	1,03	363	1,55	1,01	261
0,26	1,43	1837	0,35	1,10	794	0,68	1,16	619	1,04	1,07	383	1,60	1,04	276
0,27	1,49	1965	0,37	1,14	876	0,70	1,21	652	1,08	1,11	409	1,65	1,08	292
0,28	1,54	2097	0,38	1,18	919	0,72	1,25	686	1,11	1,14	430	1,70	1,11	308
0,29	1,60	2232	0,39	1,22	962	0,75	1,29	738	1,15	1,18	458	1,75	1,14	324
0,30	1,65	2371	0,40	1,26	1007	0,77	1,33	773	1,18	1,21	480	1,80	1,17	341
0,31	1,71	2514	0,42	1,30	1098	0,80	1,37	828	1,22	1,25	509	1,85	1,21	358
0,32	1,76	2661	0,43	1,34	1145	0,82	1,41	866	1,25	1,29	532	1,90	1,24	376
0,33	1,82	2812	0,44	1,38	1193	0,84	1,45	904	1,29	1,32	562	1,95	1,27	394
0,34	1,87	2966	0,46	1,42	1292	0,87	1,49	962	1,32	1,36	586	2,00	1,30	412
0,35	1,93	3124	0,47	1,46	1342	0,89	1,54	1002	1,36	1,39	618	2,05	1,34	431
0,36	1,98	3286	0,48	1,50	1394	0,92	1,58	1064	1,39	1,43	643	2,10	1,37	450
0,37	2,04	3452	0,50	1,55	1499	0,94	1,62	1106	1,43	1,47	677	2,15	1,40	470
0,38	2,10	3621	0,51	1,59	1553	0,96	1,66	1148	1,46	1,50	703	2,20	1,43	489
0,39	2,15	3794	0,52	1,63	1608	0,99	1,70	1214	1,50	1,54	738	2,25	1,47	509
0,40	2,21	3971	0,53	1,67	1664	1,01	1,74	1258	1,53	1,57	764	2,30	1,50	530
0,41	2,26	4152	0,55	1,71	1778	1,04	1,78	1326	1,57	1,61	800	2,35	1,53	551
0,42	2,32	4336	0,56	1,75	1836	1,06	1,83	1372	1,60	1,64	828	2,40	1,56	572
0,43	2,37	4524	0,57	1,79	1896	1,08	1,87	1420	1,64	1,68	866	2,45	1,60	594
0,44	2,43	4715	0,59	1,83	2017	1,11	1,91	1491	1,67	1,72	895	2,50	1,63	616
0,45	2,48	4911	0,60	1,87	2079	1,13	1,95	1540	1,71	1,75	934	2,55	1,66	638
0,46	2,54	5109	0,61	1,91	2141	1,16	1,99	1615	1,74	1,79	964	2,60	1,70	661
0,47	2,59	5313	0,63	1,95	2264	1,18	2,03	1665	1,78	1,82	1004	2,65	1,73	685
0,48	2,65	5518	0,64	1,99	2330	1,20	2,07	1717	1,81	1,86	1035	2,70	1,76	708
0,49	2,70	5727	0,65	2,03	2400	1,23	2,11	1795	1,85	1,90	1077	2,75	1,79	732
0,50	2,76	5941	0,66	2,07	2467	1,25	2,16	1848	1,88	1,93	1108	2,80	1,83	756
0,51	2,81	6158	0,68	2,11	2604	1,28	2,20	1929	1,92	1,97	1151	2,85	1,86	781
0,52	2,87	6378	0,69	2,15	2673	1,30	2,24	1984	1,95	2,00	1184	2,90	1,89	806
0,53	2,92	6602	0,70	2,19	2744	1,32	2,28	2040	1,99	2,04	1228	2,95	1,92	821
0,54	2,98	6830	0,72	2,24	2887	1,35	2,32	2124	2,02	2,08	1262	3,00	1,96	857

Anexa II

Tabelul 9.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din PE cu D_e 63 - 125 mm, pentru apă rece P_N = 6 bar

D_e 63 mm D_i 56 mm			D_e 75 mm D_i 66,8 mm			D_e 90 mm D_i 80,2 m			D_e 110 mm D_i 96 mm			D_e 125 mm D_i 108,8 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
1,02	0,41	40	1,58	0,45	37	2,45	0,49	32	3,98	0,55	34	5,44	0,59	32
1,10	0,45	46	1,69	0,48	42	2,60	0,51	38	4,20	0,58	37	5,72	0,62	36
1,18	0,48	52	1,80	0,51	47	2,75	0,54	42	4,42	0,61	41	6,00	0,65	39
1,26	0,51	58	1,91	0,55	52	2,90	0,57	46	4,64	0,64	45	6,28	0,68	42
1,34	0,54	65	2,02	0,58	58	3,05	0,60	50	4,86	0,67	48	6,56	0,71	45
1,42	0,58	72	2,13	0,61	63	3,20	0,63	54	5,08	0,70	52	6,84	0,74	49
1,50	0,61	79	2,24	0,64	69	3,35	0,66	59	5,30	0,73	57	7,12	0,77	53
1,58	0,64	87	2,35	0,67	75	3,50	0,69	64	5,52	0,76	61	7,40	0,80	56
1,66	0,67	95	2,46	0,70	82	3,65	0,72	69	5,74	0,79	65	7,68	0,83	60
1,74	0,71	103	2,57	0,73	89	3,80	0,75	74	5,96	0,82	70	7,96	0,86	64
1,82	0,74	111	2,68	0,77	95	3,95	0,78	79	6,18	0,85	75	8,24	0,89	68
1,90	0,77	120	2,79	0,80	103	4,10	0,81	85	6,40	0,88	80	8,52	0,92	73
1,98	0,80	130	2,90	0,83	110	4,25	0,84	91	6,62	0,92	84	8,80	0,95	77
2,06	0,84	140	3,01	0,86	117	4,40	0,87	96	6,84	0,95	90	9,08	0,98	82
2,14	0,87	149	3,12	0,89	125	4,55	0,90	102	7,06	0,98	94	9,36	1,01	86
2,22	0,90	159	3,23	0,92	133	4,70	0,93	108	7,28	1,01	100	9,64	1,04	91
2,30	0,93	169	3,34	0,95	142	4,85	0,96	115	7,50	1,04	106	9,92	1,07	96
2,38	0,97	179	3,45	0,98	150	5,00	0,99	121	7,72	1,07	111	10,20	1,10	101
2,46	1,00	191	3,56	1,02	159	5,15	1,02	128	7,94	1,10	117	10,48	1,13	106
2,54	1,03	202	3,67	1,05	168	5,30	1,05	135	8,16	1,13	123	10,76	1,16	111
2,62	1,06	214	3,78	1,08	177	5,45	1,08	141	8,38	1,16	129	11,04	1,19	116
2,70	1,10	226	3,89	1,11	186	5,60	1,11	149	8,60	1,19	135	11,32	1,22	122
2,78	1,13	238	4,00	1,14	196	5,75	1,14	156	8,82	1,22	142	11,60	1,25	127
2,86	1,16	251	4,11	1,17	206	5,90	1,17	162	9,04	1,25	148	11,88	1,28	133
2,94	1,19	263	4,22	1,20	216	6,05	1,20	171	9,26	1,28	155	12,16	1,31	138
3,02	1,23	276	4,33	1,24	226	6,20	1,23	179	9,48	1,31	161	12,44	1,34	144
3,10	1,26	290	4,44	1,27	236	6,35	1,26	187	9,70	1,34	168	12,72	1,37	150
3,18	1,29	303	4,55	1,30	246	6,50	1,29	194	9,92	1,37	172	13,00	1,40	156
3,26	1,32	317	4,66	1,33	257	6,65	1,32	203	10,14	1,40	182	13,28	1,43	162
3,34	1,36	331	4,77	1,36	268	6,80	1,35	211	10,36	1,43	190	13,56	1,46	169
3,42	1,39	346	4,88	1,39	280	6,95	1,38	219	10,58	1,46	197	13,84	1,49	175
3,50	1,42	360	4,99	1,42	292	7,10	1,41	228	10,80	1,49	204	14,12	1,52	182
3,58	1,45	375	5,10	1,46	303	7,25	1,44	237	11,02	1,52	212	14,40	1,55	188
3,66	1,49	391	5,21	1,49	315	7,40	1,47	246	11,24	1,55	220	14,68	1,58	195
3,74	1,52	406	5,32	1,52	327	7,55	1,50	255	11,46	1,58	228	14,96	1,61	202
3,82	1,55	422	5,43	1,55	340	7,70	1,53	264	11,68	1,61	236	15,24	1,64	209
3,90	1,58	438	5,54	1,58	352	7,85	1,55	274	11,90	1,64	244	15,52	1,67	216
3,98	1,62	455	5,65	1,61	365	8,00	1,58	283	12,12	1,68	252	15,80	1,70	222
4,06	1,65	471	5,76	1,64	378	8,15	1,61	293	12,34	1,71	261	16,08	1,73	230
4,14	1,68	488	5,87	1,68	391	8,30	1,64	303	12,56	1,74	269	16,36	1,76	237
4,22	1,71	505	5,98	1,71	405	8,45	1,67	313	12,78	1,77	277	16,64	1,79	245
4,30	1,75	523	6,09	1,74	418	8,60	1,70	322	13,00	1,80	286	16,92	1,82	252
4,38	1,78	541	6,20	1,77	432	8,75	1,73	333	13,22	1,83	295	17,20	1,85	260
4,46	1,81	559	6,31	1,80	446	8,90	1,76	343	13,44	1,86	304	17,48	1,88	267
4,54	1,84	577	6,42	1,83	461	9,05	1,79	354	13,66	1,89	313	17,76	1,91	276
4,62	1,88	595	6,53	1,86	475	9,20	1,82	365	13,88	1,92	323	18,04	1,94	284
4,70	1,91	614	6,64	1,90	490	9,35	1,85	376	14,10	1,95	332	18,32	1,97	292
4,78	1,94	634	6,75	1,93	504	9,50	1,88	387	14,32	1,98	342	18,60	2,00	300
4,86	1,97	653	6,86	1,96	520	9,65	1,91	398	14,54	2,01	351	18,88	2,03	308
4,94	2,01	672	6,97	1,99	535	9,80	1,94	410	14,76	2,04	361	19,16	2,06	317
5,02	2,04	693	7,08	2,02	550	9,95	1,97	421	14,98	2,07	371	19,44	2,09	325
5,10	2,07	713	7,19	2,05	566	10,10	2,00	433	15,20	2,10	381	19,72	2,12	333
5,18	2,10	733	7,30	2,08	582	10,25	2,03	444	15,42	2,13	391	20,00	2,15	342

Anexa II

Tabelul 9.3. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din PE cu D_e 140 - 225 mm, pentru apă rece $P_N = 6$ bar

D_e 140 mm, D_i 122,4 mm			D_e 160 mm, D_i 140 mm			D_e 180 mm, D_i 159,6 m			D_e 200 mm, D_i 177,2 mm			D_e 225 mm, D_i 199 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
7,50	0,64	32	11,0	0,71	34	15,0	0,75	32	19,0	0,77	29	25,0	0,80	28
7,85	0,67	36	11,4	0,74	36	15,5	0,78	34	19,6	0,80	31	25,8	0,83	29
8,20	0,70	38	11,8	0,77	39	16,0	0,80	36	20,2	0,82	33	26,6	0,86	31
8,55	0,73	42	12,2	0,79	41	16,5	0,83	38	20,8	0,84	35	27,4	0,88	33
8,90	0,76	45	12,6	0,82	44	17,0	0,85	40	21,4	0,87	36	28,2	0,91	35
9,25	0,79	48	13,0	0,84	46	17,5	0,88	42	22,0	0,89	38	29,0	0,93	37
9,60	0,82	51	13,4	0,87	49	18,0	0,90	44	22,6	0,92	40	29,8	0,96	39
9,95	0,85	55	13,8	0,90	51	18,5	0,93	46	23,2	0,94	42	30,6	0,98	41
10,30	0,88	58	14,2	0,92	54	19,0	0,95	49	23,8	0,97	44	31,4	1,01	42
10,65	0,91	62	14,6	0,95	57	19,5	0,98	51	24,4	0,99	46	32,2	1,04	44
11,00	0,94	65	15,0	0,97	60	20,0	1,00	53	25,0	1,01	48	33,0	1,06	46
11,35	0,97	69	15,4	1,00	63	20,5	1,03	56	25,6	1,04	51	33,8	1,09	48
11,70	0,99	73	15,8	1,03	66	21,0	1,05	58	26,2	1,06	53	34,6	1,11	50
12,05	1,02	77	16,2	1,05	69	21,5	1,08	61	26,8	1,09	55	35,4	1,14	52
12,40	1,05	81	16,6	1,08	72	22,0	1,10	64	27,4	1,11	57	36,2	1,16	54
12,75	1,08	85	17,0	1,10	75	22,5	1,13	66	28,0	1,14	59	37,0	1,19	56
13,10	1,11	90	17,4	1,13	78	23,0	1,15	69	28,6	1,16	61	37,8	1,22	58
13,45	1,14	94	17,8	1,16	82	23,5	1,18	72	29,2	1,18	64	38,6	1,24	61
13,80	1,17	98	18,2	1,18	85	24,0	1,20	74	29,8	1,21	66	39,4	1,27	63
14,15	1,20	103	18,6	1,21	88	24,5	1,23	77	30,4	1,23	68	40,2	1,29	66
14,50	1,23	108	19,0	1,23	92	25,0	1,25	80	31,0	1,26	71	41,0	1,32	68
14,85	1,26	113	19,4	1,26	95	25,5	1,28	83	31,6	1,28	74	41,8	1,34	70
15,20	1,29	117	19,8	1,29	99	26,0	1,30	86	32,2	1,31	77	42,6	1,37	72
15,55	1,32	122	20,2	1,31	103	26,5	1,33	89	32,8	1,33	79	43,4	1,40	75
15,90	1,35	127	20,6	1,34	106	27,0	1,35	92	33,4	1,36	81	44,2	1,42	78
16,25	1,38	132	21,0	1,36	110	27,5	1,38	95	34,0	1,38	84	45,0	1,45	80
16,60	1,41	138	21,4	1,39	114	28,0	1,40	99	34,6	1,40	87	45,8	1,47	83
16,95	1,44	142	21,8	1,42	118	28,5	1,43	102	35,2	1,43	90	46,6	1,50	86
17,30	1,47	148	22,2	1,44	122	29,0	1,45	105	35,8	1,45	93	47,4	1,52	89
17,65	1,50	154	22,6	1,47	126	29,5	1,48	108	36,4	1,48	96	48,2	1,55	91
18,00	1,53	160	23,0	1,49	130	30,0	1,50	112	37,0	1,50	98	49,0	1,58	94
18,35	1,56	165	23,4	1,52	134	30,5	1,53	115	37,6	1,53	102	49,8	1,60	97
18,70	1,59	171	23,8	1,55	138	31,0	1,55	118	38,2	1,55	105	50,6	1,63	100
19,05	1,62	177	24,2	1,57	142	31,5	1,58	122	38,8	1,57	109	51,4	1,65	103
19,40	1,65	182	24,6	1,60	147	32,0	1,60	126	39,4	1,60	111	52,2	1,68	106
19,75	1,68	189	25,0	1,62	151	32,5	1,63	129	40,0	1,62	113	53,0	1,70	108
20,10	1,71	195	25,4	1,65	156	33,0	1,65	133	40,6	1,65	115	53,8	1,73	111
20,45	1,74	201	25,8	1,68	160	33,5	1,68	137	41,2	1,67	119	54,6	1,76	115
20,80	1,77	208	26,2	1,70	165	34,0	1,70	141	41,8	1,70	123	55,4	1,78	118
21,15	1,80	214	26,6	1,73	169	34,5	1,73	144	42,4	1,72	127	56,2	1,81	121
21,50	1,83	221	27,0	1,75	174	35,0	1,75	148	43,0	1,74	130	57,0	1,83	124
21,85	1,86	227	27,4	1,78	179	35,5	1,78	152	43,6	1,77	133	57,8	1,86	127
22,20	1,89	234	27,8	1,81	184	36,0	1,80	156	44,2	1,79	137	58,6	1,89	130
22,55	1,92	241	28,2	1,83	189	36,5	1,83	160	44,8	1,82	140	59,4	1,91	133
22,90	1,95	248	28,6	1,86	194	37,0	1,85	164	45,4	1,84	143	60,2	1,94	137
23,25	1,98	254	29,0	1,88	198	37,5	1,88	168	46,0	1,87	147	61,0	1,96	140
23,60	2,01	262	29,4	1,91	204	38,0	1,90	172	46,6	1,89	151	61,8	1,99	144
23,95	2,04	267	29,8	1,94	210	38,5	1,93	176	47,2	1,91	154	62,6	2,01	147
24,30	2,07	276	30,2	1,96	214	39,0	1,95	181	47,8	1,94	158	63,4	2,04	151
24,65	2,10	283	30,6	1,99	219	39,5	1,98	185	48,4	1,96	161	64,2	2,07	154
25,00	2,13	291	31,0	2,01	224	40,0	2,00	189	49,0	1,99	165	65,0	2,09	158
25,35	2,16	298	31,4	2,04	230	40,5	2,03	194	49,6	2,01	169	65,8	2,12	161
25,70	2,19	306	31,8	2,07	235	41,0	2,05	198	50,2	2,04	173	66,6	2,14	165

Anexa II

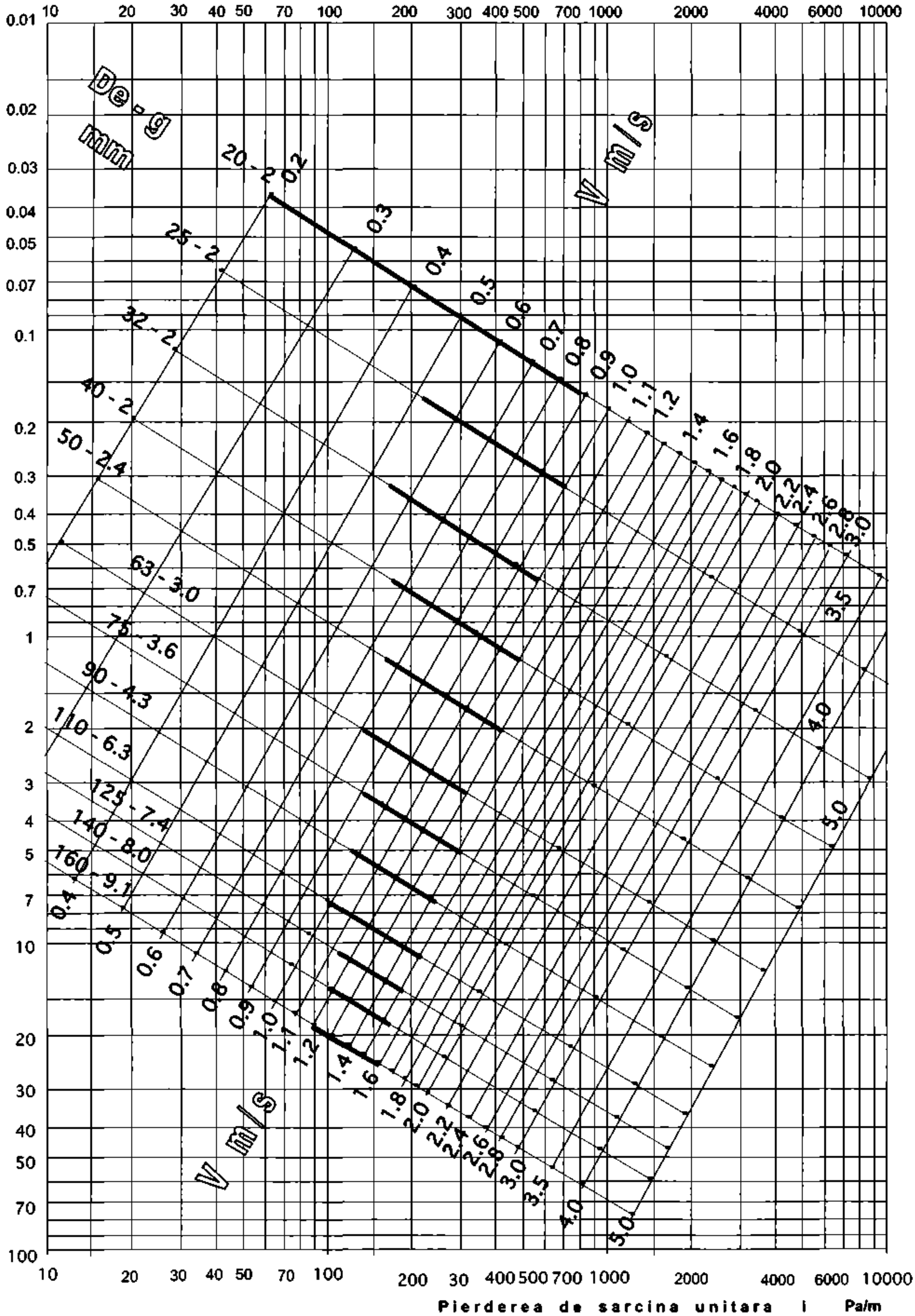


Fig.9.4. Nomograma pentru dimensionarea conductelor din Polietilenă (PE), D_e = 20 - 160 mm, pentru apă rece P_N= 6 bar.

Anexa II

Tabelul 10.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din oțel zincat cu D_e 17,1 - 76 mm, pentru apă rece, *k=0,3* mm

D_e 17,1 mm D_i 10,4 mm			D_e 21,4 mm D_i 14,1 mm			D_e 26,9 mm D_i 19,6 m			D_e 33,7 mm D_i 25,2 mm			D_e 42,4 mm D_i 33,9 mm			D_e 48,3 mm D_i 38,8 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,010	0,12	52	0,020	0,13	39	0,050	0,17	40	0,100	0,20	40	0,22	0,24	38	0,30	0,25	34
0,012	0,14	76	0,024	0,15	54	0,057	0,19	50	0,115	0,23	51	0,24	0,27	45	0,33	0,28	41
0,014	0,16	95	0,028	0,18	72	0,064	0,21	62	0,130	0,20	65	0,26	0,29	52	0,36	0,30	48
0,016	0,19	122	0,031	0,20	87	0,071	0,24	75	0,145	0,23	79	0,28	0,31	60	0,39	0,33	56
0,018	0,21	150	0,035	0,23	109	0,078	0,26	90	0,160	0,25	95	0,30	0,33	68	0,42	0,36	65
0,020	0,24	184	0,039	0,25	133	0,085	0,28	105	0,175	0,27	113	0,32	0,35	77	0,45	0,38	74
0,022	0,26	218	0,043	0,27	159	0,092	0,31	122	0,190	0,30	132	0,34	0,38	87	0,48	0,41	84
0,024	0,28	257	0,047	0,30	188	0,099	0,33	140	0,205	0,32	152	0,36	0,40	97	0,51	0,43	95
0,026	0,31	297	0,050	0,32	211	0,106	0,35	159	0,220	0,34	174	0,38	0,42	107	0,54	0,46	104
0,028	0,33	343	0,054	0,35	244	0,113	0,37	180	0,235	0,37	198	0,40	0,44	118	0,57	0,48	116
0,030	0,35	389	0,058	0,37	279	0,120	0,40	202	0,250	0,39	222	0,42	0,47	130	0,60	0,51	128
0,032	0,38	441	0,062	0,40	317	0,127	0,42	224	0,265	0,41	249	0,44	0,49	142	0,63	0,53	140
0,034	0,40	493	0,066	0,42	356	0,134	0,44	249	0,280	0,44	276	0,46	0,51	154	0,66	0,56	153
0,036	0,42	550	0,069	0,44	388	0,141	0,47	274	0,295	0,46	306	0,48	0,53	167	0,69	0,58	167
0,038	0,45	608	0,073	0,47	432	0,148	0,49	300	0,310	0,48	336	0,50	0,55	181	0,72	0,61	181
0,040	0,47	672	0,077	0,49	478	0,155	0,51	328	0,325	0,51	368	0,52	0,58	195	0,75	0,63	196
0,042	0,49	736	0,081	0,52	526	0,162	0,54	357	0,340	0,53	402	0,54	0,60	210	0,78	0,66	212
0,044	0,52	806	0,085	0,54	577	0,169	0,56	387	0,355	0,55	437	0,56	0,62	225	0,81	0,69	227
0,046	0,54	876	0,088	0,57	617	0,176	0,58	419	0,370	0,58	473	0,58	0,64	241	0,84	0,71	244
0,048	0,57	951	0,092	0,59	672	0,183	0,61	451	0,385	0,60	511	0,60	0,67	257	0,87	0,74	261
0,050	0,59	1027	0,096	0,62	729	0,190	0,63	485	0,400	0,62	550	0,62	0,69	274	0,90	0,76	279
0,052	0,61	1109	0,100	0,64	788	0,197	0,65	520	0,415	0,65	591	0,64	0,71	291	0,93	0,79	297
0,054	0,64	1191	0,104	0,66	851	0,204	0,68	556	0,430	0,67	633	0,66	0,73	309	0,96	0,81	316
0,056	0,66	1279	0,107	0,69	898	0,211	0,70	594	0,445	0,69	677	0,68	0,75	327	0,99	0,84	336
0,058	0,68	1367	0,111	0,71	964	0,218	0,72	632	0,460	0,72	722	0,70	0,78	346	1,02	0,86	356
0,060	0,71	1460	0,115	0,74	1033	0,225	0,75	672	0,475	0,74	768	0,72	0,80	365	1,05	0,89	376
0,062	0,73	1554	0,119	0,76	1103	0,232	0,77	713	0,490	0,76	816	0,74	0,82	386	1,08	0,91	397
0,064	0,75	1654	0,123	0,79	1176	0,239	0,79	755	0,505	0,79	865	0,76	0,84	406	1,11	0,94	419
0,066	0,78	1784	0,126	0,81	1232	0,246	0,82	799	0,520	0,81	916	0,78	0,86	427	1,14	0,96	449
0,068	0,80	1860	0,130	0,83	1309	0,253	0,84	844	0,535	0,83	969	0,80	0,89	449	1,17	0,99	465
0,070	0,82	1966	0,134	0,86	1389	0,260	0,86	889	0,550	0,86	1022	0,82	0,91	471	1,20	1,02	488
0,072	0,85	2078	0,138	0,88	1470	0,267	0,89	937	0,565	0,88	1077	0,84	0,93	493	1,23	1,04	512
0,074	0,87	2190	0,142	0,91	1554	0,274	0,91	987	0,580	0,90	1134	0,86	0,95	517	1,26	1,07	537
0,076	0,90	2307	0,145	0,93	1619	0,281	0,93	1034	0,595	0,93	1192	0,88	0,98	540	1,29	1,09	562
0,078	0,92	2425	0,149	0,96	1707	0,288	0,96	1085	0,610	0,95	1252	0,90	1,00	564	1,32	1,12	588
0,080	0,94	2549	0,153	0,98	1797	0,295	0,98	1137	0,625	0,97	1313	0,92	1,02	589	1,35	1,14	615
0,082	0,97	2673	0,157	1,00	1889	0,302	1,00	1190	0,640	1,00	1375	0,94	1,04	614	1,38	1,17	642
0,084	0,99	2803	0,161	1,03	1965	0,309	1,02	1245	0,655	1,02	1439	0,96	1,06	640	1,41	1,19	669
0,086	1,01	2933	0,164	1,05	2057	0,316	1,05	1300	0,670	1,04	1504	0,98	1,09	666	1,44	1,22	697
0,088	1,04	3068	0,168	1,08	2156	0,323	1,07	1357	0,685	1,07	1571	1,00	1,11	693	1,47	1,24	726
0,090	1,06	3204	0,172	1,10	2258	0,330	1,09	1415	0,700	1,09	1639	1,02	1,13	721	1,50	1,27	755
0,092	1,08	3346	0,176	1,13	2361	0,337	1,12	1474	0,715	1,11	1709	1,04	1,15	748	1,53	1,29	785
0,094	1,11	3488	0,180	1,15	2467	0,344	1,14	1535	0,730	1,14	1780	1,06	1,17	777	1,56	1,32	816
0,096	1,13	3636	0,183	1,18	2548	0,351	1,16	1596	0,745	1,16	1852	1,08	1,20	806	1,59	1,35	847
0,098	1,15	3784	0,187	1,20	2658	0,358	1,19	1659	0,760	1,18	1926	1,10	1,22	835	1,62	1,37	879
0,100	1,18	3937	0,191	1,22	2771	0,365	1,21	1723	0,775	1,21	2001	1,12	1,24	865	1,65	1,40	910
0,102	1,20	4091	0,195	1,25	2885	0,372	1,23	1788	0,790	1,23	2078	1,14	1,26	896	1,68	1,42	947
0,104	1,22	4251	0,199	1,27	3002	0,379	1,26	1855	0,805	1,25	2157	1,16	1,29	927	1,71	1,45	976
0,106	1,25	4411	0,202	1,30	3091	0,386	1,28	1922	0,820	1,28	2236	1,18	1,31	958	1,74	1,47	1010
0,108	1,27	4577	0,206	1,32	3213	0,393	1,30	1991	0,835	1,30	2317	1,20	1,33	990	1,77	1,50	1045
0,110	1,30	4743	0,210	1,35	3336	0,400	1,33	2061	0,850	1,32	2400	1,22	1,35	1023	1,80	1,52	1080
0,112	1,32	4915	0,214	1,37	3461	0,407	1,35	2133	0,865	1,35	2484	1,24	1,37	1056	1,83	1,55	1116
0,114	1,34	5087	0,218	1,39	3590	0,414	1,37	2205	0,880	1,37	2570	1,26	1,40	1090	1,86	1,57	1152

Anexa II

Tabelul 10.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din oțel zincat cu D_e 60,3 - 165,2 mm, pentru apă rece, *k=0,3* mm

D_e 60,3 mm D_i 50 mm			D_e 76 mm D_i 65,7 mm			D_e 88,8 mm D_i 77,7 m			D_e 114,1 mm D_i 102,1 mm			D_e 139,7 mm D_i 127 mm			D_e 165,2 mm D_i 152,5 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,55	0,28	30	1,10	0,32	27	1,80	0,38	30	3,40	0,42	25	5,80	0,46	23	9,50	0,52	23
0,60	0,31	35	1,19	0,35	32	1,92	0,41	33	3,61	0,44	28	6,12	0,48	25	9,95	0,55	25
0,65	0,33	41	1,28	0,38	36	2,04	0,43	38	3,82	0,47	31	6,44	0,51	28	10,40	0,57	27
0,70	0,36	47	1,37	0,40	41	2,16	0,46	42	4,03	0,49	34	6,76	0,53	30	10,85	0,59	29
0,75	0,38	53	1,46	0,43	47	2,28	0,48	46	4,24	0,52	38	7,08	0,56	33	11,30	0,62	32
0,80	0,41	60	1,55	0,46	52	2,40	0,51	51	4,45	0,54	41	7,40	0,58	36	11,75	0,64	34
0,85	0,43	67	1,64	0,48	58	2,52	0,53	56	4,66	0,57	45	7,72	0,61	39	12,20	0,67	37
0,90	0,46	75	1,73	0,51	65	2,64	0,56	61	4,87	0,60	49	8,04	0,64	42	12,65	0,69	40
0,95	0,48	83	1,82	0,54	71	2,76	0,58	67	5,08	0,62	53	8,36	0,66	45	13,10	0,72	42
1,00	0,51	92	1,91	0,56	78	2,88	0,61	73	5,29	0,65	58	8,68	0,69	49	13,55	0,74	45
1,05	0,54	101	2,00	0,59	85	3,00	0,63	79	5,50	0,67	62	9,00	0,71	52	14,00	0,77	48
1,10	0,56	111	2,09	0,62	93	3,12	0,66	85	5,71	0,70	67	9,32	0,74	56	14,45	0,79	51
1,15	0,59	120	2,18	0,64	101	3,24	0,68	91	5,92	0,72	72	9,64	0,76	60	14,90	0,82	54
1,20	0,61	131	2,27	0,67	109	3,36	0,71	98	6,13	0,75	77	9,96	0,79	64	15,35	0,84	58
1,25	0,64	141	2,36	0,70	118	3,48	0,73	105	6,34	0,77	82	10,28	0,81	68	15,80	0,87	61
1,30	0,66	153	2,45	0,72	126	3,60	0,76	112	6,55	0,80	87	10,60	0,84	72	16,25	0,89	64
1,35	0,69	164	2,54	0,75	136	3,72	0,78	119	6,76	0,83	93	10,92	0,86	76	16,70	0,91	68
1,40	0,71	176	2,63	0,78	145	3,84	0,81	127	6,97	0,85	98	11,24	0,89	81	17,15	0,94	71
1,45	0,74	188	2,72	0,80	154	3,96	0,84	135	7,18	0,88	104	11,56	0,91	85	17,60	0,96	75
1,50	0,76	201	2,81	0,83	165	4,08	0,86	143	7,39	0,90	110	11,88	0,94	90	18,05	0,99	79
1,55	0,79	214	2,90	0,86	175	4,20	0,89	151	7,60	0,93	116	12,20	0,96	95	18,50	1,01	83
1,60	0,82	228	2,99	0,88	186	4,32	0,91	160	7,81	0,95	123	12,52	0,99	100	18,95	1,04	87
1,65	0,84	242	3,08	0,91	193	4,44	0,94	168	8,02	0,98	129	12,84	1,01	105	19,40	1,06	91
1,70	0,87	257	3,17	0,94	209	4,56	0,96	177	8,23	1,01	136	13,16	1,04	110	19,85	1,09	95
1,75	0,89	271	3,26	0,96	220	4,68	0,99	186	8,44	1,03	142	13,48	1,06	115	20,30	1,11	99
1,80	0,92	288	3,35	0,99	232	4,80	1,01	196	8,65	1,06	150	13,80	1,09	120	20,75	1,14	104
1,85	0,94	302	3,44	1,02	245	4,92	1,04	206	8,86	1,08	157	14,12	1,12	125	21,20	1,16	108
1,90	0,97	318	3,53	1,04	257	5,04	1,06	216	9,07	1,11	164	14,44	1,14	131	21,65	1,19	112
1,95	0,99	335	3,62	1,07	270	5,16	1,09	226	9,28	1,13	171	14,76	1,17	137	22,10	1,21	117
2,00	1,02	352	3,71	1,09	283	5,28	1,11	236	9,49	1,16	180	15,08	1,19	143	22,55	1,24	122
2,05	1,04	369	3,80	1,12	297	5,40	1,14	246	9,70	1,19	187	15,40	1,22	149	23,00	1,26	127
2,10	1,07	387	3,89	1,15	311	5,52	1,16	257	9,91	1,21	195	15,72	1,24	155	23,45	1,28	132
2,15	1,10	405	3,98	1,17	325	5,64	1,19	268	10,12	1,24	204	16,04	1,27	162	23,90	1,31	137
2,20	1,12	424	4,07	1,20	340	5,76	1,22	280	10,33	1,26	212	16,36	1,29	168	24,35	1,33	142
2,25	1,15	442	4,16	1,23	355	5,88	1,24	291	10,54	1,29	221	16,68	1,32	175	24,80	1,36	147
2,30	1,17	462	4,25	1,25	370	6,00	1,27	302	10,75	1,31	229	17,00	1,34	181	25,25	1,38	152
2,35	1,20	482	4,34	1,28	385	6,12	1,29	315	10,96	1,34	238	17,32	1,37	188	25,70	1,41	158
2,40	1,22	503	4,43	1,31	401	6,24	1,32	327	11,17	1,36	247	17,64	1,39	195	26,15	1,43	163
2,45	1,25	523	4,52	1,33	417	6,36	1,34	340	11,38	1,39	256	17,96	1,42	202	26,60	1,46	169
2,50	1,27	544	4,61	1,36	434	6,48	1,37	352	11,59	1,42	266	18,28	1,44	209	27,05	1,48	174
2,55	1,30	566	4,70	1,39	450	6,60	1,39	365	11,80	1,44	275	18,60	1,47	216	27,50	1,51	180
2,60	1,32	588	4,79	1,41	467	6,72	1,42	378	12,01	1,47	285	18,92	1,49	224	27,95	1,53	186
2,65	1,35	610	4,88	1,44	485	6,84	1,44	392	12,22	1,49	295	19,24	1,52	231	28,40	1,56	192
2,70	1,38	633	4,97	1,47	503	6,96	1,47	405	12,43	1,52	305	19,56	1,54	239	28,85	1,58	198
2,75	1,40	656	5,06	1,49	521	7,08	1,49	419	12,64	1,54	315	19,88	1,57	246	29,30	1,60	204
2,80	1,43	680	5,15	1,52	539	7,20	1,52	433	12,85	1,57	325	20,20	1,60	254	29,75	1,63	210
2,85	1,45	704	5,24	1,55	557	7,32	1,54	448	13,06	1,60	335	20,52	1,62	262	30,20	1,65	216
2,90	1,48	728	5,33	1,57	577	7,44	1,57	462	13,27	1,62	347	20,84	1,65	270	30,65	1,68	223
2,95	1,50	753	5,42	1,60	596	7,56	1,60	477	13,48	1,65	358	21,16	1,67	278	31,10	1,70	229
3,00	1,53	779	5,51	1,63	616	7,68	1,62	492	13,69	1,67	369	21,48	1,70	287	31,55	1,73	236
3,05	1,55	804	5,60	1,65	635	7,80	1,65	507	13,90	1,70	380	21,80	1,72	295	32,00	1,75	242
3,10	1,58	830	5,69	1,68	656	7,92	1,67	523	14,11	1,72	391	22,12	1,75	304	32,45	1,78	249
3,15	1,61	857	5,78	1,71	676	8,04	1,70	538	14,32	1,75	403	22,44	1,77	313	32,90	1,80	256

Anexa II

Tabelul 11.1. Pierderile de sarcină liniare unitare „i" , pentru conductele din oțel zincat cu D_e 17,1 - 76 mm, pentru apă caldă, k=0,8 mm

D_e 17,1 mm D_i 9,4 mm			D_e 21,4 mm D_i 13,1 mm			D_e 26,9 mm D_i 18,6 m			D_e 33,7 mm D_i 24,2 mm			D_e 42,4 mm D_i 32,9 mm			D_e 48,3 mm D_i 36,8 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,010	0,14	110	0,020	0,15	71	0,050	0,18	64	0,100	0,22	61	0,22	0,26	56	0,30	0,28	56
0,012	0,17	157	0,024	0,18	101	0,057	0,21	83	0,115	0,25	80	0,24	0,28	66	0,33	0,31	68
0,014	0,20	212	0,028	0,20	136	0,064	0,24	104	0,130	0,28	102	0,26	0,31	77	0,36	0,34	81
0,016	0,23	277	0,031	0,23	166	0,071	0,26	128	0,145	0,32	126	0,28	0,33	89	0,39	0,37	94
0,018	0,26	347	0,035	0,26	211	0,078	0,29	146	0,160	0,35	163	0,30	0,35	102	0,42	0,40	109
0,020	0,29	427	0,039	0,29	261	0,085	0,31	182	0,175	0,38	183	0,32	0,38	116	0,45	0,42	125
0,022	0,32	515	0,043	0,32	316	0,092	0,34	212	0,190	0,41	215	0,34	0,40	131	0,48	0,45	142
0,024	0,35	611	0,047	0,35	377	0,099	0,36	245	0,205	0,45	250	0,36	0,42	147	0,51	0,48	160
0,026	0,37	716	0,050	0,37	425	0,106	0,39	281	0,220	0,48	288	0,38	0,45	163	0,54	0,51	180
0,028	0,40	828	0,054	0,40	495	0,113	0,42	319	0,235	0,51	328	0,40	0,47	181	0,57	0,54	200
0,030	0,43	949	0,058	0,43	570	0,120	0,44	359	0,250	0,54	371	0,42	0,49	199	0,60	0,56	221
0,032	0,46	1079	0,062	0,46	651	0,127	0,47	401	0,265	0,58	416	0,44	0,52	218	0,63	0,59	244
0,034	0,49	1216	0,066	0,49	736	0,134	0,49	446	0,280	0,61	464	0,46	0,54	238	0,66	0,62	267
0,036	0,52	1362	0,069	0,52	804	0,141	0,52	494	0,295	0,64	515	0,48	0,56	259	0,69	0,65	292
0,038	0,55	1515	0,073	0,54	899	0,148	0,54	543	0,310	0,67	568	0,50	0,59	281	0,72	0,68	318
0,040	0,58	1677	0,077	0,57	999	0,155	0,57	595	0,325	0,71	624	0,52	0,61	304	0,75	0,71	345
0,042	0,61	1848	0,081	0,60	1105	0,162	0,60	650	0,340	0,74	683	0,54	0,64	327	0,78	0,73	372
0,044	0,63	2026	0,085	0,63	1215	0,169	0,62	707	0,355	0,77	743	0,56	0,66	352	0,81	0,76	402
0,046	0,66	2213	0,088	0,66	1302	0,176	0,65	766	0,370	0,80	807	0,58	0,68	377	0,84	0,79	432
0,048	0,69	2408	0,092	0,68	1422	0,183	0,67	828	0,385	0,84	873	0,60	0,71	404	0,87	0,82	463
0,050	0,72	2611	0,096	0,71	1547	0,190	0,70	892	0,400	0,87	942	0,62	0,73	431	0,90	0,85	495
0,052	0,75	2823	0,100	0,74	1678	0,197	0,73	958	0,415	0,90	1014	0,64	0,75	459	0,93	0,87	528
0,054	0,78	3043	0,104	0,77	1814	0,204	0,75	1027	0,430	0,94	1088	0,66	0,78	488	0,96	0,90	563
0,056	0,81	3270	0,107	0,80	1919	0,211	0,78	1098	0,445	0,97	1165	0,68	0,80	517	0,99	0,93	598
0,058	0,84	3507	0,111	0,83	2064	0,218	0,80	1172	0,460	1,00	1244	0,70	0,82	548	1,02	0,96	635
0,060	0,87	3751	0,115	0,85	2215	0,225	0,83	1248	0,475	1,03	1326	0,72	0,85	580	1,05	0,99	672
0,062	0,89	4004	0,119	0,88	2371	0,232	0,85	1326	0,490	1,07	1411	0,74	0,87	612	1,08	1,02	711
0,064	0,92	4265	0,123	0,91	2532	0,239	0,88	1407	0,505	1,10	1498	0,76	0,89	645	1,11	1,04	751
0,066	0,95	4534	0,126	0,94	2656	0,246	0,91	1490	0,520	1,13	1588	0,78	0,92	680	1,14	1,07	792
0,068	0,98	4811	0,130	0,97	2826	0,253	0,93	1575	0,535	1,16	1680	0,80	0,94	714	1,17	1,10	834
0,070	1,01	5096	0,134	0,99	3002	0,260	0,96	1663	0,550	1,20	1775	0,82	0,97	751	1,20	1,13	877
0,072	1,04	5390	0,138	1,02	3183	0,267	0,98	1753	0,565	1,23	1873	0,84	0,99	787	1,23	1,16	921
0,074	1,07	5692	0,142	1,05	3369	0,274	1,01	1846	0,580	1,26	1974	0,86	1,01	825	1,26	1,19	967
0,076	1,10	6003	0,145	1,08	3512	0,281	1,03	1941	0,595	1,29	2076	0,88	1,04	864	1,29	1,21	1013
0,078	1,12	6321	0,149	1,11	3707	0,288	1,06	2038	0,610	1,33	2182	0,90	1,06	903	1,32	1,24	1060
0,080	1,15	6648	0,153	1,14	3908	0,295	1,09	2138	0,625	1,36	2290	0,92	1,08	944	1,35	1,27	1109
0,082	1,18	6983	0,157	1,16	4114	0,302	1,11	2240	0,640	1,39	2401	0,94	1,11	985	1,38	1,30	1159
0,084	1,21	7326	0,161	1,19	4325	0,309	1,14	2345	0,655	1,42	2514	0,96	1,13	1027	1,41	1,33	1209
0,086	1,24	7677	0,164	1,22	4487	0,316	1,16	2452	0,670	1,46	2630	0,98	1,15	1070	1,44	1,35	1261
0,088	1,27	8037	0,168	1,25	4708	0,323	1,19	2561	0,685	1,49	2749	1,00	1,18	1114	1,47	1,38	1314
0,090	1,30	8405	0,172	1,28	4934	0,330	1,22	2673	0,700	1,52	2870	1,02	1,20	1159	1,50	1,41	1368
0,092	1,33	8781	0,176	1,30	5165	0,337	1,24	2787	0,715	1,56	2994	1,04	1,22	1205	1,53	1,44	1423
0,094	1,36	9165	0,180	1,33	5401	0,344	1,27	2903	0,730	1,59	3121	1,06	1,25	1251	1,56	1,47	1479
0,096	1,38	9558	0,183	1,36	5582	0,351	1,29	3022	0,745	1,62	3250	1,08	1,27	1299	1,59	1,50	1536
0,098	1,41	9958	0,187	1,39	5828	0,358	1,32	3143	0,760	1,65	3382	1,10	1,29	1347	1,62	1,52	1595
0,100	1,44	10367	0,191	1,42	6079	0,365	1,34	3267	0,775	1,69	3516	1,12	1,32	1396	1,65	1,55	1654
0,102	1,47	10785	0,195	1,45	6335	0,372	1,37	3393	0,790	1,72	3653	1,14	1,34	1446	1,68	1,58	1715
0,104	1,50	11210	0,199	1,47	6597	0,379	1,40	3521	0,805	1,75	3793	1,16	1,37	1497	1,71	1,61	1776
0,106	1,53	11640	0,202	1,50	6796	0,386	1,42	3652	0,820	1,78	3935	1,18	1,39	1549	1,74	1,64	1839
0,108	1,56	12086	0,206	1,53	7067	0,393	1,45	3785	0,835	1,82	4080	1,20	1,41	1602	1,77	1,66	1902
0,110	1,59	12536	0,210	1,56	7343	0,400	1,47	3921	0,850	1,85	4227	1,22	1,44	1656	1,80	1,69	1967
0,112	1,61	12994	0,214	1,59	7625	0,407	1,50	4058	0,865	1,88	4377	1,24	1,46	1710	1,83	1,72	2033
0,114	1,64	13461	0,218	1,62	7911	0,414	1,52	4199	0,880	1,91	4530	1,26	1,48	1766	1,86	1,75	2100

Anexa II

Tabelul 11.2. Pierderile de sarcină liniare unitare „i", pentru conductele din oțel zincat cu D_e 60,3 - 165,2 mm, pentru apă caldă, $k=0,8$ mm

D_e 60,3 mm			D_e 76 mm			D_e 88,8 mm			D_e 114,1 mm			D_e 139,7 mm			D_e 165,2 mm		
D_i 48 mm			D_i 63,7 mm			D_i 75,7 m			D_i 100,1 mm			D_i 125 mm			D_i 150,5 mm		
$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i	$\dot{V}_c$	v	i
l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m	l/s	m/s	Pa/m
0,55	0,30	45	1,10	0,35	39	1,80	0,40	42	3,40	0,43	34	5,80	0,47	30	9,50	0,53	30
0,60	0,33	54	1,19	0,37	46	1,92	0,43	48	3,61	0,46	38	6,12	0,50	33	9,95	0,56	33
0,65	0,36	63	1,28	0,40	53	2,04	0,45	54	3,82	0,49	42	6,44	0,53	37	10,40	0,58	36
0,70	0,39	73	1,37	0,43	61	2,16	0,48	60	4,03	0,51	47	6,76	0,55	41	10,85	0,61	39
0,75	0,41	83	1,46	0,46	69	2,28	0,51	67	4,24	0,54	52	7,08	0,58	44	11,30	0,64	42
0,80	0,44	95	1,55	0,49	78	2,40	0,53	74	4,45	0,57	57	7,40	0,60	48	11,75	0,66	46
0,85	0,47	107	1,64	0,51	87	2,52	0,56	81	4,66	0,59	63	7,72	0,63	53	12,20	0,69	48
0,90	0,50	119	1,73	0,54	97	2,64	0,59	89	4,87	0,62	68	8,04	0,66	57	12,65	0,71	53
0,95	0,53	133	1,82	0,57	107	2,76	0,61	98	5,08	0,65	74	8,36	0,68	62	13,10	0,74	57
1,00	0,55	147	1,91	0,60	118	2,88	0,64	106	5,29	0,67	81	8,68	0,71	67	13,55	0,76	60
1,05	0,58	162	2,00	0,63	129	3,00	0,67	115	5,50	0,70	87	9,00	0,73	71	14,00	0,79	65
1,10	0,61	178	2,09	0,66	141	3,12	0,69	124	5,71	0,73	94	9,32	0,76	77	14,45	0,81	69
1,15	0,64	194	2,18	0,68	153	3,24	0,72	134	5,92	0,75	101	9,64	0,79	82	14,90	0,84	73
1,20	0,66	211	2,27	0,71	166	3,36	0,75	144	6,13	0,78	108	9,96	0,81	87	15,35	0,86	77
1,25	0,69	229	2,36	0,74	179	3,48	0,77	155	6,34	0,81	116	10,28	0,84	93	15,80	0,89	82
1,30	0,72	248	2,45	0,77	193	3,60	0,80	165	6,55	0,83	123	10,60	0,86	99	16,25	0,91	87
1,35	0,75	267	2,54	0,80	207	3,72	0,83	177	6,76	0,86	131	10,92	0,89	105	16,70	0,94	92
1,40	0,77	287	2,63	0,83	222	3,84	0,85	188	6,97	0,89	140	11,24	0,92	111	17,15	0,96	97
1,45	0,80	308	2,72	0,85	237	3,96	0,88	200	7,18	0,91	148	11,56	0,94	118	17,60	0,99	102
1,50	0,83	329	2,81	0,88	253	4,08	0,91	212	7,39	0,94	157	11,88	0,97	124	18,05	1,02	107
1,55	0,86	351	2,90	0,91	270	4,20	0,93	225	7,60	0,97	166	12,20	0,99	131	18,50	1,04	112
1,60	0,88	374	2,99	0,94	287	4,32	0,96	237	7,81	0,99	175	12,52	1,02	138	18,95	1,07	118
1,65	0,91	398	3,08	0,97	304	4,44	0,99	251	8,02	1,02	184	12,84	1,05	145	19,40	1,09	123
1,70	0,94	422	3,17	1,00	322	4,56	1,01	265	8,23	1,05	194	13,16	1,07	152	19,85	1,12	129
1,75	0,97	447	3,26	1,02	340	4,68	1,04	279	8,44	1,07	204	13,48	1,10	160	20,30	1,14	135
1,80	1,00	473	3,35	1,05	359	4,80	1,07	293	8,65	1,10	214	13,80	1,13	167	20,75	1,17	141
1,85	1,02	500	3,44	1,08	379	4,92	1,09	308	8,86	1,13	226	14,12	1,15	175	21,20	1,19	147
1,90	1,05	527	3,53	1,11	399	5,04	1,12	323	9,07	1,15	236	14,44	1,18	183	21,65	1,22	154
1,95	1,08	555	3,62	1,14	419	5,16	1,15	338	9,28	1,18	247	14,76	1,20	191	22,10	1,24	160
2,00	1,11	574	3,71	1,16	440	5,28	1,17	354	9,49	1,21	258	15,08	1,23	200	22,55	1,27	167
2,05	1,13	613	3,80	1,19	462	5,40	1,20	370	9,70	1,23	269	15,40	1,26	208	23,00	1,29	173
2,10	1,16	643	3,89	1,22	484	5,52	1,23	387	9,91	1,26	281	15,72	1,28	217	23,45	1,32	180
2,15	1,19	674	3,98	1,25	506	5,64	1,25	404	10,12	1,29	293	16,04	1,31	226	23,90	1,34	187
2,20	1,22	705	4,07	1,28	529	5,76	1,28	421	10,33	1,31	305	16,36	1,33	235	24,35	1,37	194
2,25	1,24	738	4,16	1,31	553	5,88	1,31	439	10,54	1,34	318	16,68	1,36	244	24,80	1,39	201
2,30	1,27	771	4,25	1,33	577	6,00	1,33	457	10,75	1,37	331	17,00	1,39	253	25,25	1,42	209
2,35	1,30	804	4,34	1,36	602	6,12	1,36	475	10,96	1,39	344	17,32	1,41	262	25,70	1,45	216
2,40	1,33	839	4,43	1,39	627	6,24	1,39	494	11,17	1,42	356	17,64	1,44	273	26,15	1,47	224
2,45	1,35	874	4,52	1,42	652	6,36	1,41	513	11,38	1,45	370	17,96	1,46	283	26,60	1,50	231
2,50	1,38	910	4,61	1,45	679	6,48	1,44	533	11,59	1,47	384	18,28	1,49	293	27,05	1,52	239
2,55	1,41	947	4,70	1,48	705	6,60	1,47	553	11,80	1,50	398	18,60	1,52	303	27,50	1,55	247
2,60	1,44	984	4,79	1,50	732	6,72	1,49	573	12,01	1,53	412	18,92	1,54	313	27,95	1,57	255
2,65	1,47	1022	4,88	1,53	760	6,84	1,52	593	12,22	1,55	427	19,24	1,57	324	28,40	1,60	264
2,70	1,49	1061	4,97	1,56	788	6,96	1,55	614	12,43	1,58	441	19,56	1,59	335	28,85	1,62	272
2,75	1,52	1100	5,06	1,59	817	7,08	1,57	636	12,64	1,61	457	19,88	1,62	346	29,30	1,65	281
2,80	1,55	1141	5,15	1,62	846	7,20	1,60	657	12,85	1,63	472	20,20	1,65	357	29,75	1,67	289
2,85	1,58	1182	5,24	1,65	876	7,32	1,63	679	13,06	1,66	487	20,52	1,67	369	30,20	1,70	298
2,90	1,60	1223	5,33	1,67	906	7,44	1,65	702	13,27	1,69	503	20,84	1,70	380	30,65	1,72	307
2,95	1,63	1266	5,42	1,70	937	7,56	1,68	724	13,48	1,71	519	21,16	1,73	392	31,10	1,75	316
3,00	1,66	1309	5,51	1,73	968	7,68	1,71	748	13,69	1,74	535	21,48	1,75	404	31,55	1,77	325
3,05	1,69	1353	5,60	1,76	1000	7,80	1,73	771	13,90	1,77	552	21,80	1,78	416	32,00	1,80	335
3,10	1,71	1397	5,69	1,79	1032	7,92	1,76	795	14,11	1,79	568	22,12	1,80	428	32,45	1,83	344
3,15	1,74	1442	5,78	1,81	1065	8,04	1,79	819	14,32	1,82	585	22,44	1,83	441	32,90	1,85	354

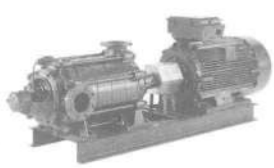
Anexa III

Tabelul 1. Pompe GRUNDFOS pentru alimentarea cu apă

Nr. crt.	Tipul pompei		Date tehnice	Descriere	Avantaje și particularități
0	1	2	3	4	5
1	**Instalație de hidrofor compactă** Se utilizează pentru toate instalațiile de alimentare cu apă pentru o casă sau un ansamblu de locuințe **MQ-Hidrofor**		$\dot{V}$ = 0...5 m³/h H = 0...48 m θ = 0...35 °C B = 7,5 bar Putere: 1000 kW Turație: 2900 r.p.m. Racord: filet G1 Rotor: inox Motor: 220V Clasa de izolație F	**Patent Grundfos** Pompa are toate protecțiile încorporate și nu necesită recipient de hidrofor cu sau fără membrană. Curbele caracteristice de debit, presiune, putere și randament în Anexa III fig. 1.1	Instalație compactă. Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Etanșare mecanică. Protecție termică în motor. Tablou de comandă și alarmare pe motor. Clapet de sens încorporat.
2	Pompă submersibilă inteligentă multietajată din inox **tip** **SQ/SQE** Se utilizează pentru toate instalațiile de alimentare cu apă precum și în toate aplicațiile din domeniul industrial.		$\dot{V}$ = 0...10 m³/h H = 0...215 m θ = 0...40 °C Adâncime de instalare: max. 150 m Putere: 0,37kW...2,35 kW Turație: 0...10.000 r.p.m. Racord: filet 1¼ ,1½ Carcasă pompă: inox Lungime: 900 mm Diametru: 74 mm Greutate: 6,5 kg Motor: 220 V	**Patent Grundfos** Motor submersibil echipat cu convertizor static de frecvență. Pompa submersibilă are toate protecțiile încorporate în motor și un convertizor de frecvență. Pompă submersibilă cu motor cu magneți permanenți. Curbele caracteristice de debit-presiune în Anexa III, fig. 1.2.	Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune abraziune și eroziune. Randament ridicat. Nu necesită tablou de protecție și are integrate în motor protecțiile: - lipsă apă; - la curent scăzut; - la curent mărit; - la supratensiune; - la subtensiune; - pornire ușoară cu convertizor; - termică; - împotriva fenomenului de "împingere axială". Senzor de temperatură în motor. Funcționare în poziție verticală sau orizontală. Transmisie de date la distanță CU 300. Acționare cu telecomandă prin infraroșii Grundfos R100.
3	Pompă centrifugală orizontală multietajată de tip CM-A/I/G		$\dot{V}$ = 0...130 m³/h H = 0...140 m θ = -20...120 °C B = 16 bar Rotor: inox Carcasă: fontă, inox	Pompe compacte prevăzute cu motor standard sau cu convertizor de frecvență încorporat până la 22 kW.	Model compact. Domeniu extins de performanță. Fiabilitate ridicată. Ușor de instalat și pus în funcțiune. Ușor de întreținut. Nivel scăzut de zgomot. Hidraulică de performanță ridicată. Soluții modulare speciale. Mteriale rezistente la coroziune.

Anexa III

Tabelul 1. Pompe GRUNDFOS (continuare)

0	1	2	3	4	5
4	Pompă centrifugală verticală multietajată de tip CR/CRI/CRN/CRT		V̇ = 0...180 m³/h H = 0...480 m θ = -40...180 °C 240°C pentru ulei) B = 50 bar Rotor: inox (304 sau 316) sau titan ASTM B 265 Carcasa: inox (304 sau 316) sau titan ASTM B 265 Motor: 220/380/690 V IP 55...65, clasa de izolație F	**Patent Grundfos.** Pompe de presiune disponibile în diverse mărimi și cu diferite etaje pentru asigurarea debitului și presiunii solicitate. Pot fi echipate cu motoare standard sau cu convertizor de frecvență încorporat până la 22 kW. Pentru puteri > 22 kW se folosesc pompe acționate de tablouri electrice și automatizare Grundfos cu PLC specializat și convertizor de frecvență.	Cea mai eficientă și fiabilă pompă de acest gen din lume, disponibilă în peste 1 milion de variante. Consum scăzut de energie. Soluții modulare speciale. Nivel scăzut de zgomot. Materiale rezistente la coroziune. Usor de instalat, pus în funcțiune și întreținut. Etanșare mecanică simplă sau dublă. Materiale rezistente la coroziune, particule abrazive, temperatură ridicată (180°C soluții apoase și 240°C uleiuri).
5	Pompe imersibile inteligente multietajate din inox Tip **SPK/CHK/MTH/CRK/ MTR/MTA**		V̇ = 0...85 m³/h H = 0...240 m θ = -20...90 °C B = 20 bar Carcasă pompă: inox	Motorul poate fi echipat cu convertizor static de frecvență cu toate protecțiile încorporate.	Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Randament ridicat. Senzor de temperatură în motor. Nivel scăzut de zgomot. Consum redus de energie.
6	Pompe pentru presiune ridicată Tip **BME/BMET**		V̇ = 0...95 m³/h H = 0...700 m θ = 0...40 °C B = 70 bar	Motorul este echipat cu convertizor static de frecvență cu toate protecțiile încorporate.	Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune.
7	Pompă orizontală în linie multietajată din inox Tip **CPH**		V̇ = 0...550 m³/h H = 0...200 m θ = - 15...120 °C B = 20 bar Carcasă pompă: inox, fontă (GG25, GGG 50) sau bronz Rotor: inox, bronz	Pompe de presiune, cu toate piesele, în contact cu lichidul, din oțel inox-crom nichel. Pompele pot fi echipate cu convertizoare de frecvență în motor până la 22 kW Pentru puteri > 22 kW se folosesc pompe acționate de tablouri Grundfos Deltacontrol 2000 cu PLC specializat și convertizor de frecvență.	Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune abraziune și eroziune. Randament ridicat. Părți componente inox AISI 304, AISI 316, AISI 904L, sau titan. Rotor inox executat printr-o tehnologie unică; sudată cu laser în câmp continuu cu roboți industriali. Etanșare mecanică tip cartuș. Schimbarea etanșării fără intervenții asupra pompei și motorului. NPSH foarte scăzut.

Anexa III

Tabelul 1. Pompe GRUNDFOS (continuare)					
0	1	2	3	4	5
8	Pompă submersibilă inteligentă multietajată din inox Tip **SP A/SP/SP-G** Se utilizează pentru toate instalațiile de alimentare cu apă precum și în toate aplicațiile din domeniul industrial. Grundfos produce pompe submersibile cu debite de pâna la 2000 m³/h si 650 m înălțime de pompare.		$\dot{V}$ = 0...470 m³/h H = 0...670 m θ = 0...60 °C Adâncime de instalare: max. 600 m	Lichide pompate Lichide curate, nevâscoase, neagresive și neexplozive, fără particule solide, fibre sau uleiuri minerale. Variantele speciale SP A-N și SP-N realizate din oțel inoxidabil pe DIN W.-Nr. 1.4401 și variantele SP A-R și SP-R realizate din oțel inoxidabil pe DIN W.-Nr. 1.4539 sunt disponibile pentru aplicații ce implică lichide agresive.	**Costuri de instalare reduse:** oțel inoxidabil înseamnă o greutate redusă, facilitând manipularea pompelor și rezultând în costuri reduse de echipament și timp redus de instalare și service. **Lagăre cu canale pentru nisip:** toate lagărele sunt lubrifiate cu apă și prezintă o formă pătrată care permite particulelor de nisip, dacă există, să fie evacuate din pompă odată cu lichidul pompat. **Sită de aspirație:** sita de aspirație previne particulele peste o anumită dimensiune să intre în pompă. **Clapetă unisens:** toate pompele sunt echipate o clapetă unisens fiabilă în carcasa vanei, prevenind curgerea inversă în raport cu oprirea pompei. **Șurub de amorsare:** toate pompele Grundfos 4" sunt echipate cu un șurub de amorsare. În consecință, este prevenit mersul în gol, deoarece șurubul de amorsare se va asigura că lagărele pompei sunt întotdeauna lubrifiate. Inel de blocare: inelul de blocare previne deteriorarea pompei pe timpul transportului și în cazul forței ascensionale în raport cupornirea.
9	Sistemele de repompare Grundfos Hydro MPC sunt proiectate pentru transferul și ridicarea presiunii apei curate în: • rețele de apă; • blocuri de apartamente; • hoteluri; • Industrie; • spitale; • școli. Ca standard, modulele de pompare Hydro MPC se compun din două până la șase pompe CRI(E) sau CR(E) conectate în paralel și montate pe o placă de bază echipată cu un dulap de control și toate armăturile necesare.		$\dot{V}$ = 0...2000 m³/h H = 0...4700 kPa θ = + 25 °C...180 °C P =16 bar, 28 bar Putere: 0,37 kW...400 kW Turație: 2900, 1450, 990 r.p.m. Racord: filet, flana, PJE. Stații de pompare complet echipate: • clapeți de sens; • vane de izolare; • filtre aspirație; • traductori de presiune; • manifold aspirație inox; • manifold refulare inox; • manometre; • tablou comandă și automatizare; • modul transmisie date la distanță. Curbele caracteristice de debit-presiune în Anexa III, fig. 1.5.	Patent Grundfos. Instalații de hidrofor ce folosesc (1...10) pompe de presiune cu toate piesele în contact cu lichidul, din oțel-inox-crom nichel (CR) sau pompe orizontale NK /NB/HS. Pompele pot fi echipate cu convertizoare de frecvență în motor până la 22 kW. Pentru puteri > 22 kW se folosesc pompe acționate de tablouri Grundfos modulul CU 351. CU 351, unitatea de control a Hydro MPC, este amplasat pe ușa dulapului de control. CU 351 prezintă un ecran LCD, un număr de butoane și doi indicatori luminoși. Panoul de control permite setarea și modificarea manuală a parametrilor cum ar fi pragul programat. CU 351 include software optimizat pentru aplicații pentru setarea sistemului de repompare la aplicația în cauză.	Nivel scăzut de zgomot. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune abraziune și eroziune. Randament ridicat aprox. 90 %. Părți componente inox AISI 304, AISI 316, AISI 904L, sau titan. Etanșare mecanică pompă tip cartuș. Schimbarea etanșării fără intervenții asupra pompei și motorului. NPSH foarte scăzut. Consum de energie scăzut. Reglaj în cascadă cu turație fixă și/sau variabilă. Folosirea pompelor cu convertizoare de frecvență integrate în motor.

Anexa III

Tabelul 2. Pompe GRUNDFOS pentru ape uzate

Nr. crt.	Tipul pompei		Date tehnice	Descriere	Avantaje și particularități
0	1	2	3	4	5
1	Sisteme de conectare directă la toalete, dușuri, băi și instalații de canalizare de evacuare ape uzate menajere și ape meteorice. Sisteme Grundfos **SOLOLIFT, LIFTAWAY** Aprobare PA-I 4104 VDE și Z53.3-408 Bautechnik Institute Berlin		$\dot{V}$ = 0...5 m³/h H = 0...6,5 m θ = 0...+35 °C Putere: 450 kW Turație: 2600 r.p.m. Racord absorție: WC, duș, mașina de spălat Motor: 220V, IP 44 Clasa de izolație F	Instalații compacte ce folosesc sisteme speciale cu rotor tocător ce permit pomparea la colectorul de canalizare exterior a apelor uzate sau fecaloide din nivelurile joase ale clădirilor.	Nivel scăzut de zgomot. Ușor de instalat. Întreținere ușoară. Compacte. Design plăcut. Diverse posibilități de conectare în instalație la diametre diferite de absorție și refulare. Protecție la supradebit. Filtru charcoal încorporat. Sistem tocător. Conductă de aerisire. Clapet de sens încorporat. Regulator de nivel automat.
2	Pompe submersibile pentru ape de drenaj și ape încărcate de canalizare. Se utilizează în procesele de tratare apă uzată în stațiile de epurare sau pompare a apei, în sistemele de canalizare ale clădirilor de locuit. **Pompe Grundfos tip AP** Aprobare PA-I 4104 VDE si Z53.3-408 Bautechnik Institute Berlin		$\dot{V}$ = 0...35 m³/h; H = 0...18 m; θ = 0...+50 °C Construcții speciale până la θ=90 °C; pH=4...10 Adâncimea de instalare: max. 20m; Putere: 0,37 kW...1,8 kW Turație: 2900 r.p.m. Racord refulare: filet; Carcasă pompă: inox (AISI 304, AISI 316); Rotor: inox (AISI 304, AISI 316); Arbore: inox AISI 316; Motor: 220V, 380V IP 68; Clasa de izolație: F; Număr porniri opriri: max. 20.	Pompele sunt echipate cu rotor deschis ce permite pomparea apei uzate încărcate cu particule de până la 50 mm. Rotorul poate fi de tip vortex. Pompele se pot monta imersat în poziție verticală sau orizontală. Pompele se echipează cu sisteme avansate de protecție control și monitorizare pentru o pompă sau mai multe pompe: Pump Manager 2000. Soft personalizat și specializat pentru sisteme de pompare ape uzate Grundfos Manager System Software.	Randamente ridicate. Etanșare mecanică fără întreținere. Rotor echilibrat static și dinamic. Materiale de înaltă calitate rezistente la coroziune, abraziune și eroziune. Construcție totală din inox. Pompe portabile echipate cu regulator automat de nivel.
3	Sisteme de conectare directă la toalete, dușuri, băi și instalații de canalizare de evacuare ape uzate menajere și ape meteorice. Sisteme Grundfos **MULTILIFT, LIFTAWAY** Aprobare PA-I 4104 VDE si Z53.3-408 Bautechnik Institute Berlin		$\dot{V}$ = 0...195 m³/h; H = 0...21 m; θ = 0...+40 °C; Putere: 7,5 kW; Turație: 1450 r.p.m.; Racord refulare: conductă colectoare de la WC, duș, mașină de spălat etc.; Motor: 220V, IP 44; Clasa de izolație F; Carcasă pompă: fontă cenușie și ductilă (GG25, GGG 50), sau inox (SFS 388); Rotor: fontă (GG 25, GGG50) inox (SFS 388); Motor: 220V, 380V IP 68; Număr porniri opriri: max. 20; Rezervoare din polietilenă de 200 L sau 400 L	Instalații compacte ce folosesc pompe de tip AP sau S sau pompe cu rotor tocător APG ce permit pomparea la colectorul de canalizare exterior a apelor uzate sau fecaloide din nivelurile joase ale clădirilor. Sistemele sunt complet automatizate și protejate cu sisteme Grundfos de tip LC, LCD	Nivel scăzut de zgomot. Se poate folosi o pompă (APL) sau două pompe (APLD). Ușor de instalat. Întreținere ușoară. Compacte. Diverse posibilități de conectare în instalație la diametre diferite de absorție și refulare. Protecție la supradebit. Filtru charcoal încorporat. Sistem tocător. Conductă de aerisire. Clapet de sens încorporat. Regulator de nivel automat. Pompă manuală cu membrană.

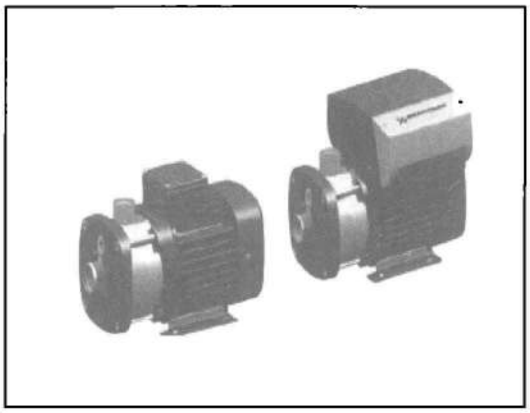
Anexa III

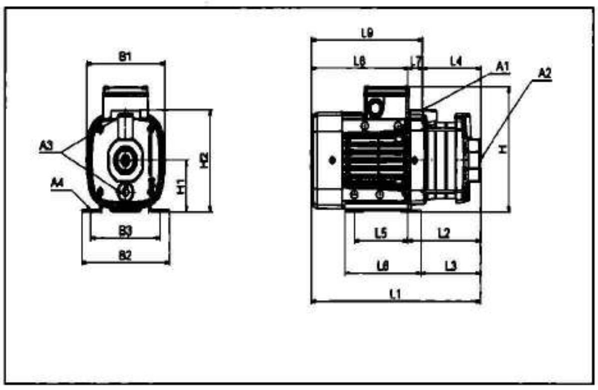
Tabelul 2. Pompe GRUNDFOS (continuare)					
0	1	2	3	4	5
4	Pompe submersibile pentru ape încărcate de canalizare. Se utilizează în procesele de tratare apă uzată în stațiile de epurare sau pompare a apei, în sistemele de canalizare municipale. Se utilizează pentru pomparea apei brute de râu și în agricultură. Pompe Grundfos tip **S** Aprobare PA-I 4104 VDE și Z53.3-408 Bautechnik Institute Berlin		$\dot{V}$ = 0...2000 m³/h H = 0...120 m θ = 0...+50 °C Construcții speciale până la θ=90 °C pH=4...10 Adâncimea de instalare max. 20m Putere: 0,37 kW...600 kW Turația: 2900, 1450, 990, 750, 550, 450 r.p.m. Racord refulare: flanșă Carcasă pompă: fontă cenușie și ductilă (GG25, GGG 50) sau inox (SFS 388). Rotor: fontă (GG 25, GGG50) inox (SFS 388) Motor: 220V, 380V IP 68 Clasa de izolație F Număr porniri opriri: max. 20. Construcție specială motor ANTI EX: Eex d II B T3. În anexa III, fig. 1.4 sunt date caracteristicile de debit-presiune ale pompelor.	Pompele sunt echipate cu rotor deschis ce permite pomparea apei uzate încărcate cu particule de până la 150 mm. Rotorul poate fi de tip supervortex, multicanal, axial sau cu un canal până la patru canale. Pompele pot fi echipate cu rotor tocător. Pompele se pot monta imersat în poziție verticală sau orizontală sau în cameră uscată în poziție verticală sau orizontală. De asemenea se poate monta în „tub" (coloană verticală). Pompele se echipează cu sisteme avansate de protecție, control și monitorizare pentru o pompă sau mai multe pompe: CU 351. Soft personalizat și specializat pentru sisteme de pompare ape uzate Grundfos Manager System Software.	**SUPERVORTEX – Patent Grundfos** Randamente ridicate. Etanșare mecanică dublă fără întretinere. Rotor echilibrat static și dinamic. Monitorizarea temperaturi lagăre. Senzori de detecție (umiditate) în motor. Monitorizarea rezistenței de izolație. Protecție la supraîncălzire a motorului prin intermediul a trei senzori. Senzor de detecție în camera de ulei. **SMART TRIM – Patent Grundfos .** **SMART SEAL – Patent Grundfos**

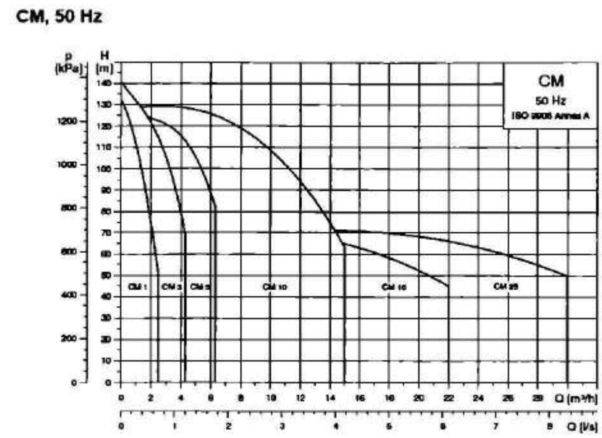
Anexa III

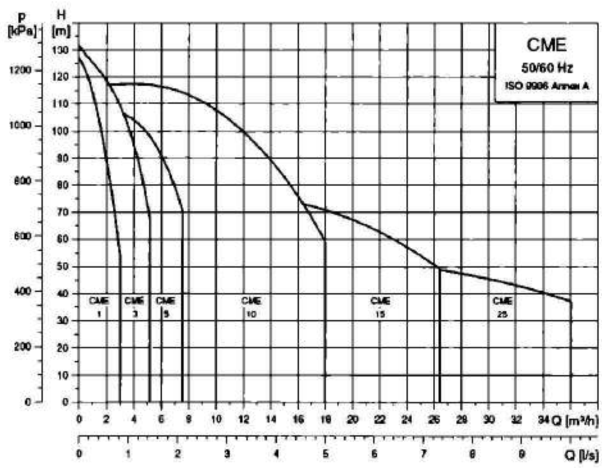
Pompe centrifuge Grundfos de înaltă presiune de tip CM-A, CM-I, CM-G

GRUNDFOS®









Dimensiuni																		
Tip pompă	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	H	H1	H2	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
CM 1	1"	1"	3/8"	10	142	158	125	184	75	149	max 543	max 369	max 354	max 270	max 125	137	28	174	202
CM 3	1"	1"	3/8"	10	max 178	max 178	max 140	max 229	max 90	max 180	max 593	max 369	max 354	max 270	max 125	max 155	max 99	max 224	max 323
CM 5	1"	1 1/4"	3/8"	10	max 198	max 199	max 160	max 229	max 100	max 190	max 651	max 379	max 364	max 270	max 140	max 170	max 109	max 272	max 381
CM 10	1 1/2"	1 1/2"	3/8"	10	max 220	max 228	max 190	max 246	max 112	max 230	max 709	max 407	max 391	max 255	max 140	max 172	max 152	max 302	max 454
CM 15	2 "	2 "	3/8"	10	max 220	max 228	max 190	max 246	max 112	max 230	max 589	max 287	max 271	max 135	max 140	max 172	max 152	max 302	max 454
CM 25	2 "	2 "	3/8"	10	max 220	max 228	max 190	max 246	max 112	max 230	max 589	max 287	max 271	max 135	max 140	max 172	max 152	max 302	max 454

Domeniul de utilizare: alimentare cu apă, ridicarea presiunii, spălare/curățare, controlul temperaturii.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: lichide fără particule solide sau fibre, neagresive din punct de vedere chimic, de la soluții de diverse săruri, uleiuri, solvenți, acizi, baze, până la combustibili.

Temperatura fluidului: -20°C până la +120°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 3 x 220-240 V / 380-415 V, 3 x 400 V, 50/60 Hz.

Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 55.

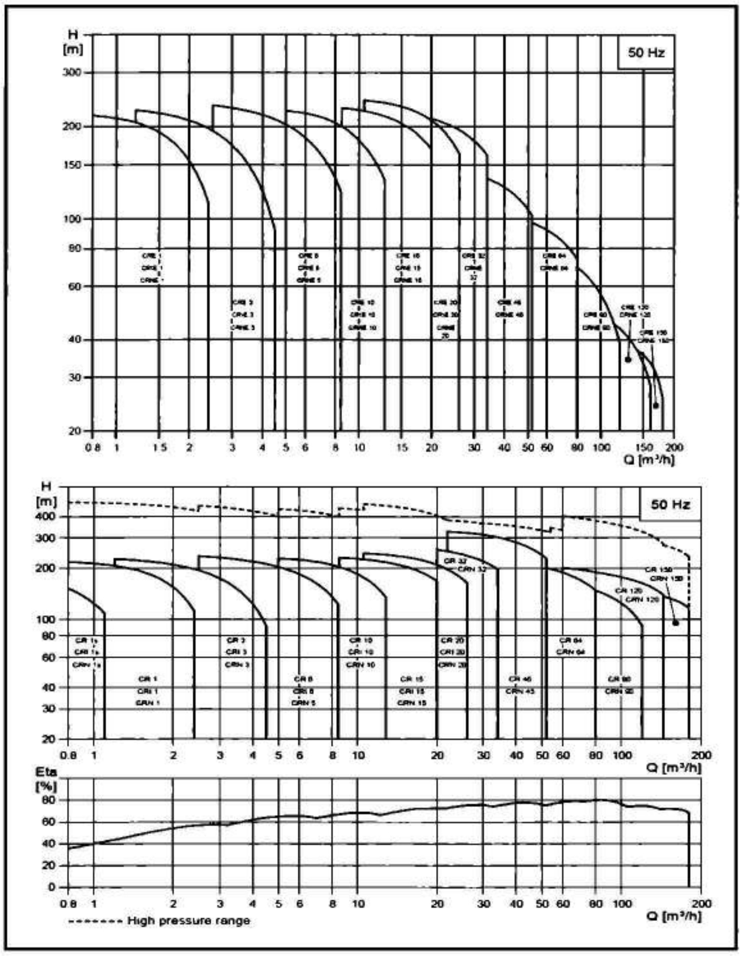
Construcție: Pompe compacte, fără auto-amorsare, cu ax orizontal, PN 10, cu diverse tipuri de conectare. Pompele de tip CM/CME sunt disponiblie în 3 variante de materiale:

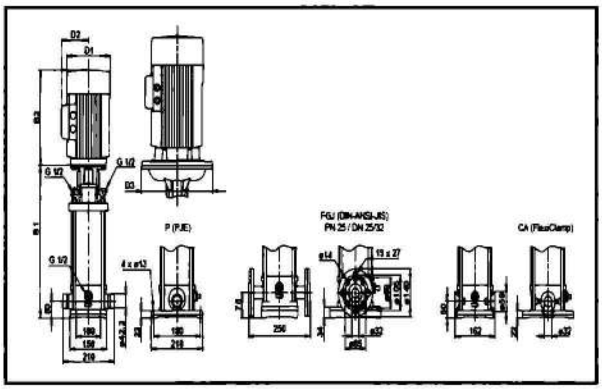
- fontă, EN-GJL-200 (versiunea CM-A);
- oțel inox EN 1.4301/AISI 304 (versiunea CM-I);
- oțel inox EN 1.4401/AISI 316 (versiunea CM-G).

Pompe centrifuge verticale multietajate Grundfos de înaltă presiune de tip CR/CRI/CRN

GRUNDFOS







Dimensiuni și greutăți						
Tip pompă	Dimensiuni, [mm]					Masa, [kg]
	Flanșa DIN		D1	D2	D3	Flanșa DIN
	B1	B1+B2				
CR 1	max. 898	max. 1219	max. 178	max. 167	-	max. 56
CR 3	max. 903	max. 1238	max. 198	max. 177	-	max. 60
CR 5	max. 1256	max. 1647	max. 220	max. 188	-	max. 88
CR 10	max. 1010	max. 1389	max. 260	max. 213	max. 300	max. 122
CR 15	max. 1217	max. 1688	max. 314	max. 308	max. 350	max. 219
CR 20	max. 898	max. 1219	max. 178	max. 308	max. 300	max. 56
CR 32	max. 898	max. 1219	max. 178	max. 308	max. 300	max. 56
CR 45	max. 898	max. 1219	max. 178	max. 308	max. 300	max. 56
CR 64	max. 898	max. 1219	max. 178	max. 308	max. 300	max. 56
CR 90	max. 898	max. 1219	max. 178	max. 308	max. 300	max. 56
CR 120	max. 898	max. 1219	max. 178	max. 308	max. 300	max. 56
CR 150	max. 898	max. 1219	max. 178	max. 308	max. 300	max. 56

Domeniul de utilizare: alimentare cu apă, ridicarea presiunii, spălare/curățare, controlul temperaturii, irigare, transfer lichide speciale.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: lichide fără particule solide sau fibre, neagresive din punct de vedere chimic, de la soluții de diverse săruri, uleiuri, solvenți, acizi, baze, până la combustibili.

Temperatura fluidului: -20°C până la +180°C (+240°C pentru uleiuri).

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 3 x 220-240 V / 380-415 V, 3 x 400 V, 50/60 Hz.

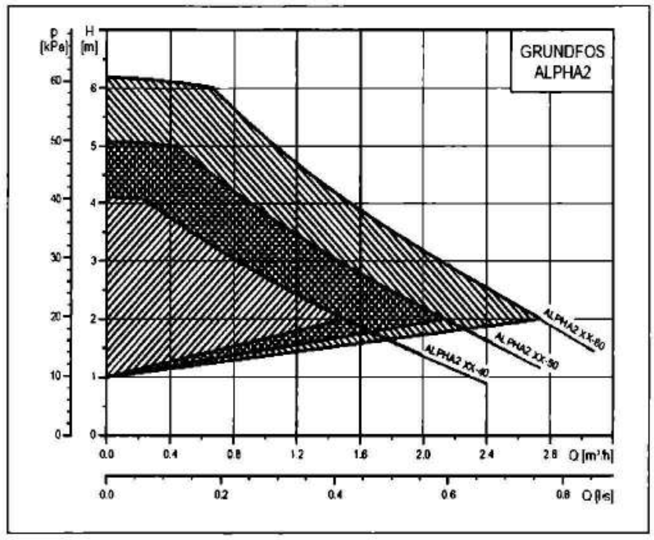
Motor: eficiență 1, clasa de izolație F; grad de protecție IP 55/65.

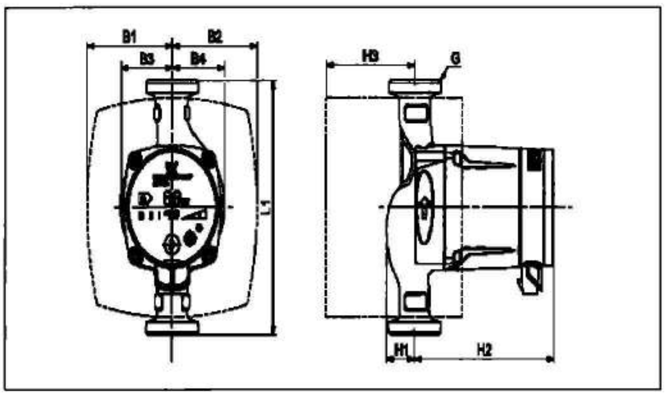
Construcție: Pompe compacte, fără auto-amorsare, cu ax vertical, PN 50, cu diverse tipuri de conectare cu convertizor de frecvență încorporat până la 22 kW. Sunt disponibile în 4 variante de materiale:
- fontă, EN-GJL-200 (versiunea CR);
- oțel inox EN 1.4301/AISI 304 (versiunea CRI);
- oțel inox EN 1.4401/AISI 316 (versiunea CRN);
- titan ASTM B 265 (versiunea CRT).

Pompe de circulație Grundfos pentru încălzire și apă caldă menajeră, de înaltă eficiență energetică, tip ALPHA 2

GRUNDFOS







Domeniul de utilizare:
Pompa de circulație pentru instalații de încălzire și apă caldă menajeră Alpha 2, clasa energetică A, cu design compact și cu tehnologie AutoaADAPT încorporată.

Date tehnice:
Fluid vehiculat: lichide curate, non agresive și non-explozive, ce nu conțin particule solide, fibre sau uleiuri minerale ce se folosesc în sistemele de încălzire.
Temperatura fluidului: -20°C până la +110°C.
Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 50/60 Hz.
Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 42.
Construcție: pompă de circulație cu rotor umed, prevăzută cu rotor cu magnet permanent de patru poli, design compact, cu următoarele caracteristici:
- sistem de control încorporat tip AutoaADAPT;
- sistem de control încorporat pentru funcționarea pe timp de noapte;
- controlul integrat al presiunii proporționale;
- controlul integrat al presiunii constante;
- posibilitatea de a funcționa în trei trepte de viteză diferite;
- convertizor de frecvență integrat;
- display ce arată consumul instantaneu de energie electrică, exprimat în Watt.
- rotor de oțel inox;
- carcasa pompei din fontă sau oțel inox;
- rotor din material compozit.

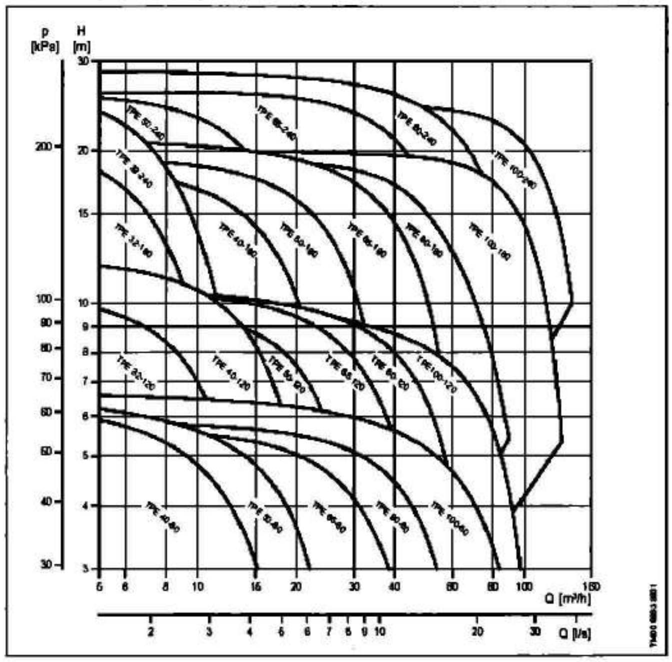
Dimensiuni:
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa: http://www.grundfos.ro

Pompe de circulaţie Grundfos cu convertizor de frecvenţă încorporat, centrifugale, verticale, monoetajate tip TPE/TPED

GRUNDFOS



Gama de performanţă



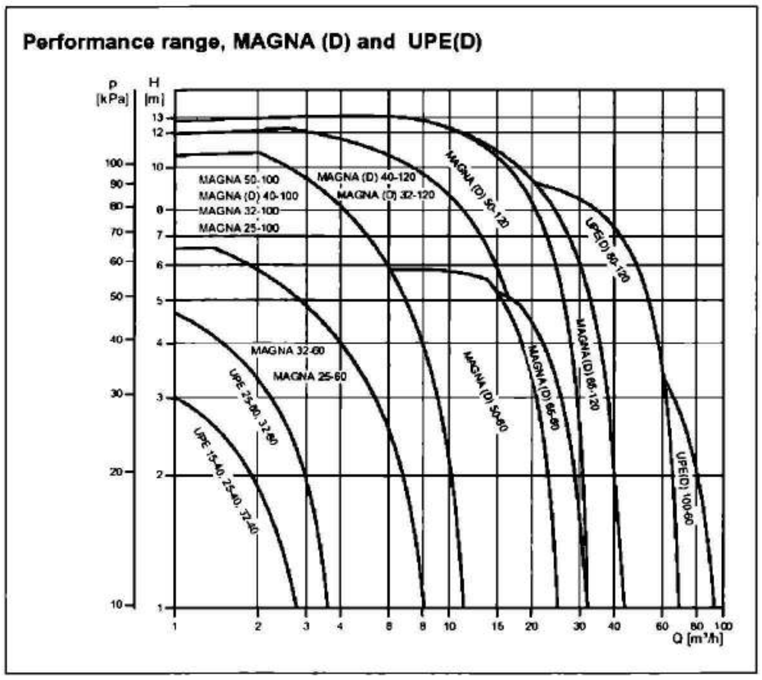
Domeniul de utilizare:
În sisteme de încălzire şi climatizare.
Date tehnice:
Fluid vehiculat: lichide curate, non agresive şi non-explozive, ce nu conţin particule solide, fibre sau uleiuri minerale ce se folosesc în sistemele de încălzire şi climatizare.
Temperatura fluidului: -20°C până la +140°C.
Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 380 -415 V, 50/60 Hz.
Motor: Clasa de izolaţie F; Grad de protecţie IP 54.
Construcţie: Pompe de circulaţie cu convertizor de frecvenţă încorporat, centrifugale, verticale, monoetajate, cu următoarele caracteristici:
- sistem de control încorporat;
- panou de comandă pe placa de borne;
- senzor de presiune diferenţială;
- rotor de oţel inoxidabil şi dublu curbat, lame şlefuite;
- echipată cu cuplaj rigid;
- etanşare mecanică;
- protecţie termică încorporată.

Dimensiuni:
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa: http://www.grundfos.ro

Pompe de circulație Grundfos cu convertizor de frecvență încorporat, tip Magna, cu sistem de control încorporat tip AutoADAPT

GRUNDFOS®





Domeniul de utilizare:
Pompă de circulație pentru instalații de încălzire și climatizare, cu debite cuprinse între Q: 0 și 40 m³/h și înălțime de pompare H_{max} = 12 m

Date tehnice:
Fluid vehiculat: fluide utilizate în instalații de încălzire și climatizare.
Temperatura fluidului: -20°C până la +110°C.
Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 380 -415 V, 50/60 Hz.
Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 42.

Construcție: pompă de circulație cu rotor umed, prevăzută cu rotor cu magnet permanent de patru poli, design compact cu următoarele caracteristici:
- sistem de control încorporat tip AutoaADAPT;
- sistem de control pentru funcționarea pe timp de noapte;
- controlul integrat al presiunii proporționale;
- controlul integrat al presiunii constante;
- posiblitatea de a funcționa în trei trepte de viteză diferite;
- convertizor de frecvență integrat;
- rotor de oțel inox;
- carcasa pompei din fontă sau oțel inox;
- rotor din material compozit.

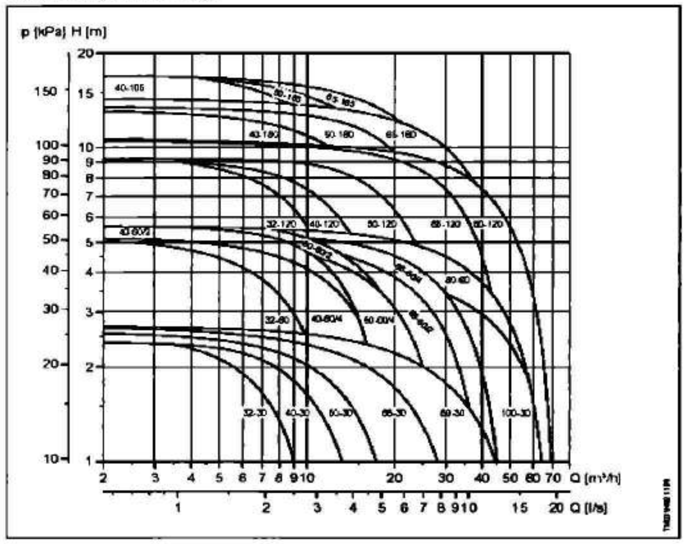
Dimensiuni:
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa:
http://www.grundfos.ro

Pompe de circulație Grundfos cu rotor umed și trei trepte simple sau duble de turație, tip UPS/UPSD serie 200

GRUNDFOS



Gama de performanță



Domeniul de utilizare:

Pompă de circulație pentru instalații de încălzire și climatizare cu debite cuprinse între Q: 0 și 70 m³/h și înălțime de pompare H_{max} = 18 m

Date tehnice:

Fluid vehiculat: lichide curate, non agresive și non-explozive, ce nu conțin particule solide, fibre sau uleiuri minerale ce se folosesc în sistemele de încălzire.

Temperatura fluidului: -10°C până la +140°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 380 -415 V, 50/60 Hz.

Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 44.

Construcție: pompă de circulație cu rotor umed, prevăzută cu motor cu trei trepte de turație, design compact, cu următoarele caracteristici:

- motor cu trei trepte de turație;
- inele radiale ceramice;
- inel de trecere carbon;
- carcasă rotor și rotor de oțel inoxidabil;
- carcasă stator din aliaj de aluminiu.

Dimensiuni:

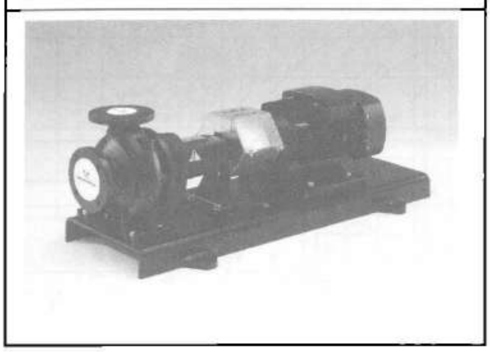
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa:

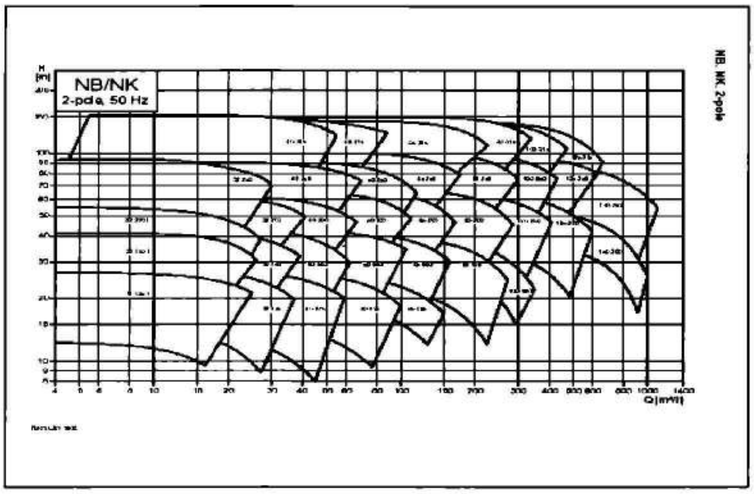
http://www.grundfos.ro

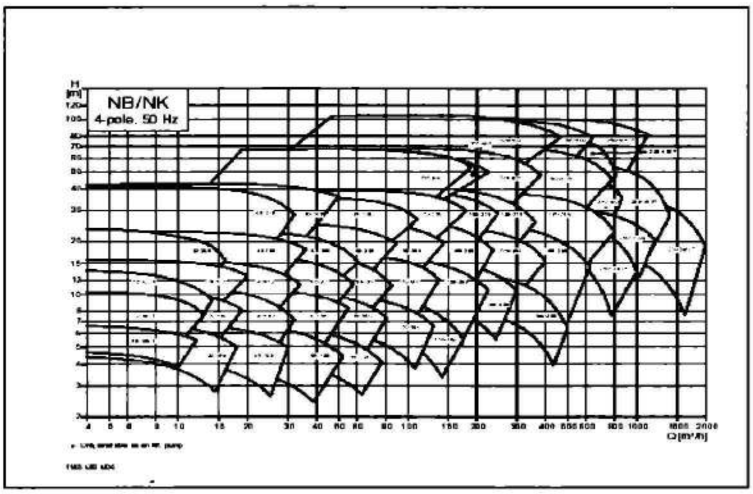
Pompe de circulație, cu ax orizontal, cu aspirație axială și refulare radială tip NK/NB

GRUNDFOS®









Domeniul de utilizare:
Alimantări cu apă, construcții, sisteme de încălzire și climatizare, ridicarea presiunii în rețelele de apă, transfer de lichid în sistemele de răcire și condens, în irigații.

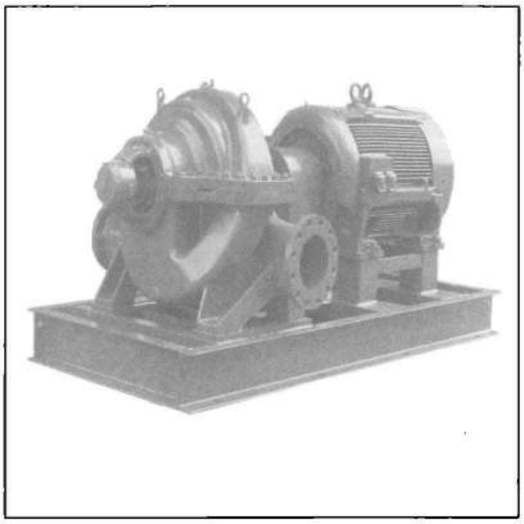
Date tehnice:
Fluid vehiculat: lichide curate, non agresive și non-explozive ce nu conțin particule solide, fibre sau uleiuri minerale.
Temperatura fluidului: -20°C până la +120°C.
Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 380-415 V, 50/60 Hz.
Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 55.

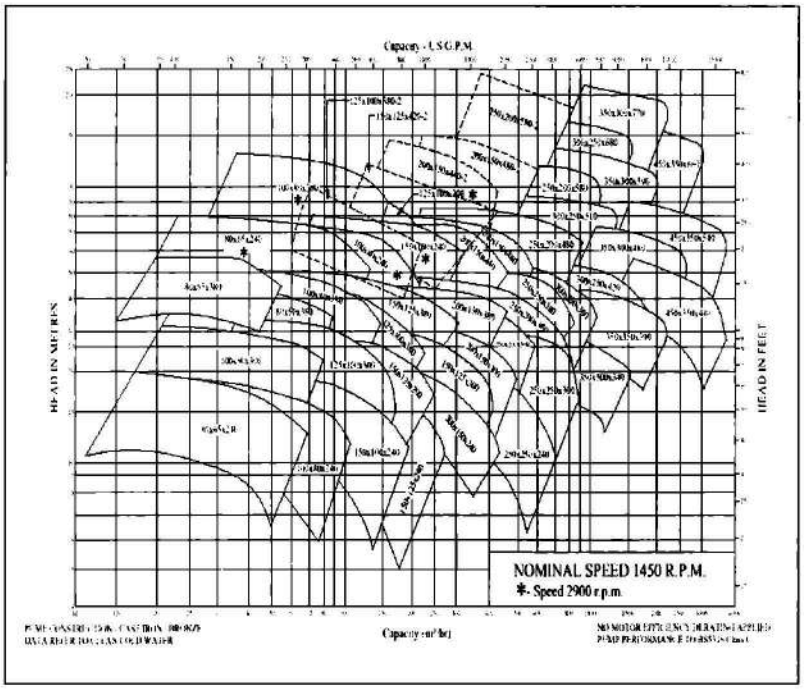
Construcție:
Pompe centrifugale monoetajate, cu racord axial de aspirație și racord radial de refulare, cu următoarele caracteristici:
- carcasa din fontă sau oțel inox;
- arbore de oțel inox;
- rotor de fontă sau de bronz;
- etanșare mecanică;
- motoare cu eficiență EFF 1 și EFF 2.

Dimensiuni:
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa:
http://www.grundfos.ro

Pompe Grundfos orizontale, cu aspirație și refulare față în față tip HS

GRUNDFOS





Domeniul de utilizare:

În sisteme de încălzire și climatizare, în circuitele primare și secundare din centralele termice, în alimentări cu apă, în aplicații industriale, în sistemele de irigații.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: lichide curate, non agresive și non-explozive, ce nu conțin particule solide, fibre sau uleiuri minerale ce se folosesc în sistemele de încălzire și climatizare.

Debite vehiculate: între 50 m³/h până la 17000 m³/h.

Înălțimi de pompare: până la 220 mCA.

Temperatura fluidului: -20°C până la +140°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 380-415 V, 50/60 Hz.

Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 55.

Construcție:

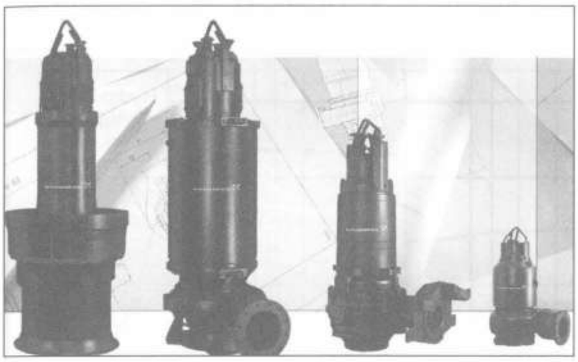
- corp pompă din fontă, bronz, oțel sau oțel inoxidabil;
- rotor pompă din bronz, fontă tratată, oțel sau oțel inoxidabil;
- etanșare mecanică, etanșare moale sau etanșare tip cartuș;
- 41 tipuri de flanșe între 50 - 350 mm;
- rotor până la 770 mm;
- presiune maximă de funcționare: 25 bar;
- forma constructivă a carcasei proiectată pentru o mentenanță și întreținere ușoară.

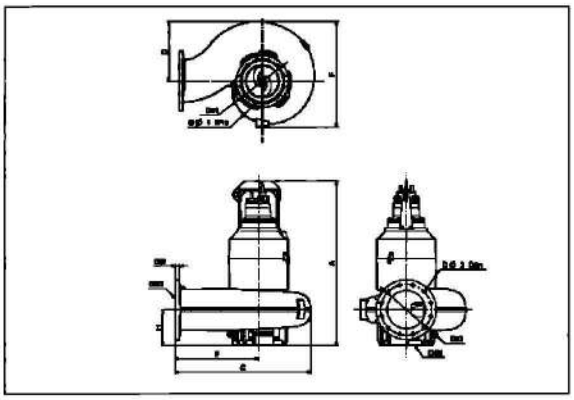
Dimensiuni:

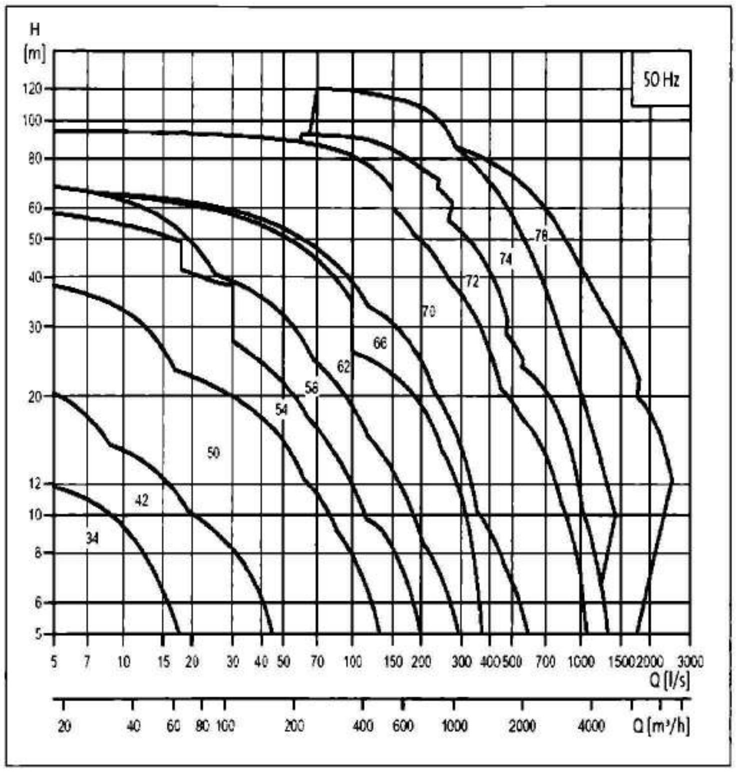
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa: http://www.grundfos.ro

Pompe submersibile pentru ape uzate Grundfos de tip S

GRUNDFOS®







Domeniul de utilizare: ape uzate, ape de proces și ape menajere brute din rețele municipale, utilitare și aplicații industriale în condiții grele de lucru.

Date tehnice:

Lichide pompate: lichide murdare, vâscoase, agresive și explozive, cu fibre și particule solide până la 155 mm.

Debite până la 2500 l/s în varianta standard.

Temperatura fluidului: 0°C până la +40°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 3 x 220-240 V / 380-415 V, 3 x 400 V, 50/60 Hz.

Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 68.

Construcție: Pompe compacte, submersibile, disponibile în 3 variante de materiale:

Q: Pompă și carcasă stator din fontă, rotor din oțel inoxidabil DIN W.-Nr. 1.4401 (AISI 316);

S: Carcasă stator din fontă, carcasă pompă, flanșă și rotor din oțel inoxidabil DIN W.-Nr. 1.4401 (AISI 316);

R: Pompa realizată în întregime din oțel inoxidabil DIN W.-Nr. 1.4401 (AISI 316).

Disponibile și în versiune cu montaj uscat.

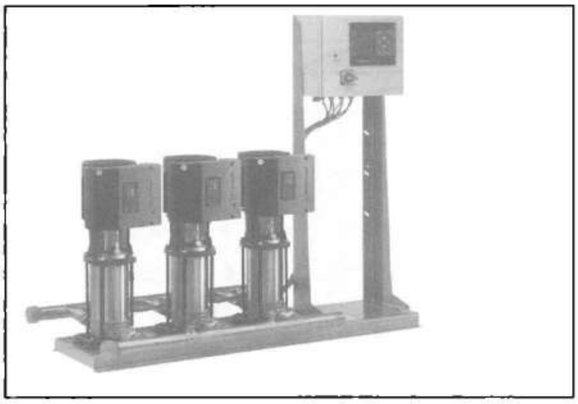
Dimensiuni:

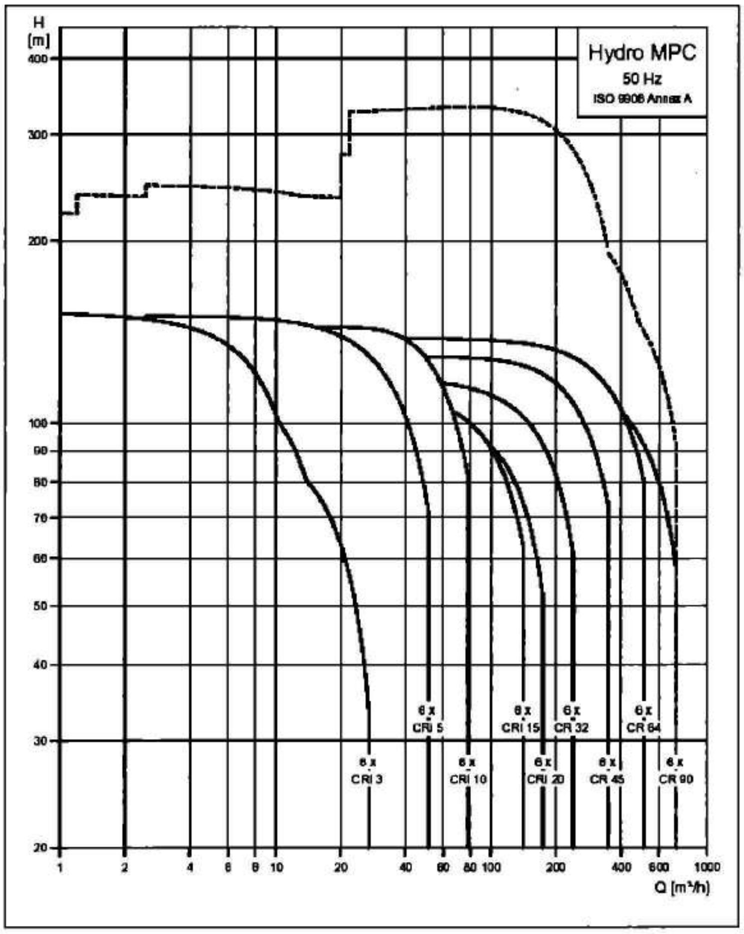
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa:

http://www.grundfos.ro

Sisteme de pompare cu 2 până la 6 pompe de tip Hydro MPC

GRUNDFOS





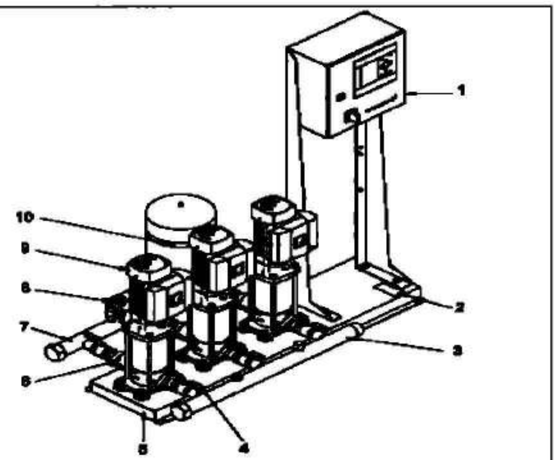


Fig. 4 Componentele sistemului

Poz.	Descriere	Cantitate
1	Dulap de control	1
2	Plăcuță de identificare	1
3	Colector aspirație (oțel inoxidabil)	1
4	Vană de izolare	2 pe pompă
5	Placă de bază (oțel inoxidabil)	1
6	Clapetă de reținere	1 pe pompă
7	Colector refulare (oțel inoxidabil)	1
8	Traductor de presiune/manometru	1
9	Pompă	2 - 6
10	Rezervor cu diafragmă	1

Domeniul de utilizare: transferul și ridicarea presiunii apei curate în rețele de apă, blocuri de apartamente, hoteluri, industrie, spitale, școli.

Ca standard, modulele de pompare Hydro MPC se compun din două până la șase pompe CRI(E) sau CR(E) conectate în paralel și montate pe o placă de bază, echipată cu un tablou de automatizare și toate armăturile necesare.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: lichide fără particule solide sau fibre, neagresive din punct de vedere chimic.

Temperatura fluidului: 0°C până la +120°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 3 x 220-240 V / 380-415 V, 3 x 400 V, 50/60 Hz.

Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 55/65.

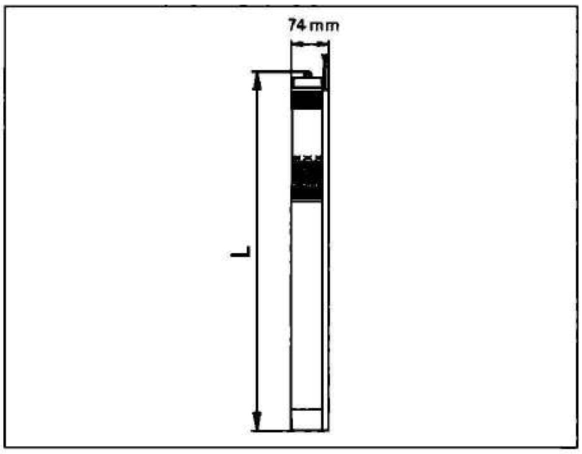
Dimensiuni:

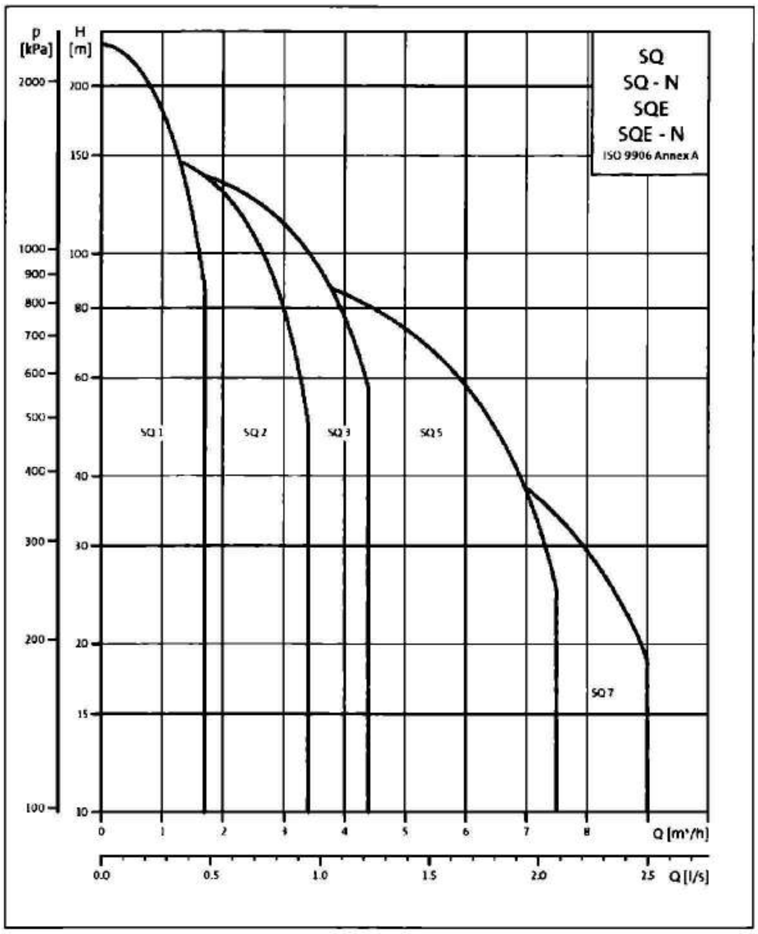
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa:
http://www.grundfos.ro

Pompe submersibile Grundfos de tip SQ, SQE

GRUNDFOS







Dimensiuni

Tip pompă	SQ 1-35	SQ 1-50	SQ 1-65	SQ 1-80	SQ 1-95	SQ 1-110	SQ 1-125	SQ 1-140	SQ 1-155	SQ 2-35	SQ 2-55	SQ 2-70	SQ 2-85	SQ 2-100	SQ 2-115	SQ 3-30
L [mm]	741	741	768	825	825	852	942	942	969	741	741	768	825	861	888	741

Tip pompă	SQ 1-35	SQ 1-50	SQ 3-40	SQ 3-55	SQ 3-65	SQ 3-80	SQ 3-95	SQ 3-105	SQ 5-15	SQ 5-25	SQ 5-35	SQ 5-50	SQ 5-60	SQ 5-70	SQ 7-15	SQ 7-30	SQ 7-40
L [mm]	741	741	741	768	825	861	888	942	743	743	824	824	941	941	743	743	860

Domeniul de utilizare: alimentare cu apă, ridicarea presiunii, irigații.

Date tehnice:

Lichide curate, nevâscoase, neagresive ș neexplozive, fără particule solide, fibre sau uleiuri minerale.

Temperatura fluidului: 0°C până la +40°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V.

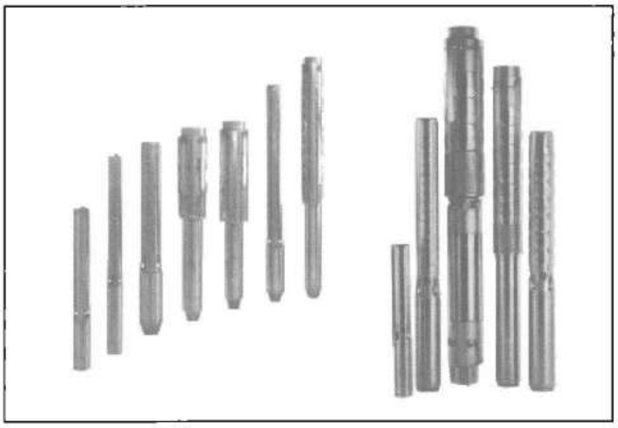
Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 68.

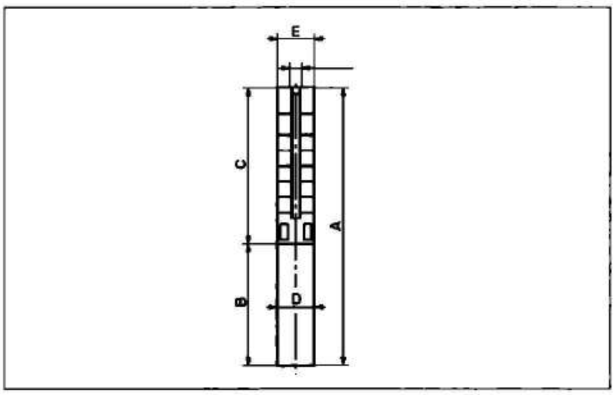
Construcție: Pompe submersibile disponiblie în 4 variante constructive:

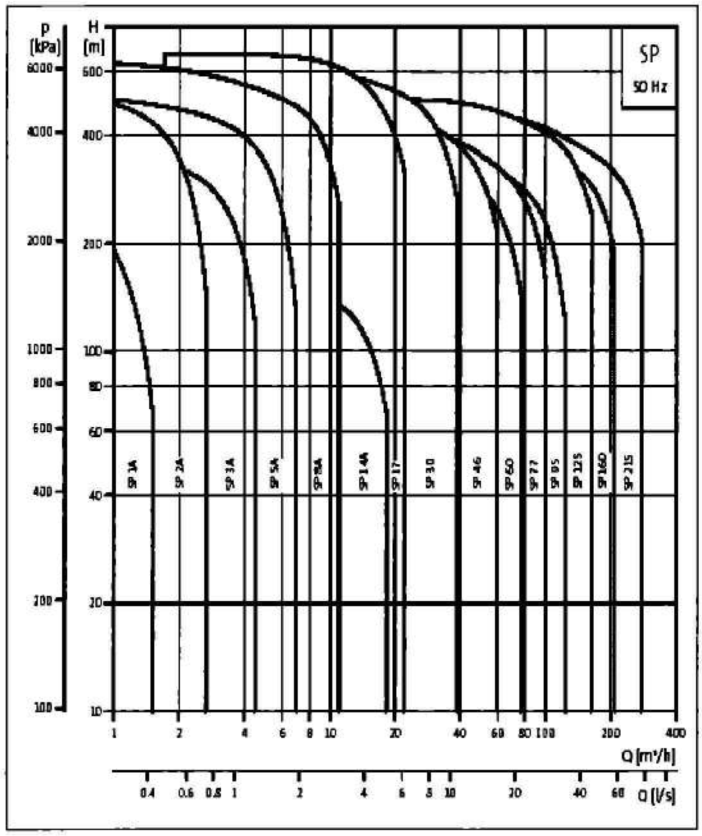
- SQ - pompă submersibilă complet din oțel inox EN 1.4301/AISI 304;
- SQE - pompă submersibilă cu microconvertizor de frecvență încorporat în motor, complet din oțel inox EN 1.4301/AISI 304
- SQ-N - pompă submersibilă complet din oțel inox EN 1.4401/AISI 316;
- SQE-N - pompă submersibilă cu microconvertizor de frecvență încorporat în motor, complet din oțel inox EN 1.4401/ AISI 316.

Pompe submersibile Grundfos de tip SP

GRUNDFOS







Domeniul de utilizare: alimentare cu apă brută, sisteme de irigații, coborârea nivelului apei subterane, repompare, aplicații pentru fântâni, aplicații pentru minerit, aplicații marine.

Date tehnice:

Lichide pompate: lichide curate, nevâscoase, neagresive și neexplozive, fără particule solide, fibre sau uleiuri minerale.

Temperatura fluidului: 0°C până la +90°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 3 x 220-240 V / 380-415 V, 3 x 400 V, 50/60 Hz.

Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 68.

Construcție: Pompe submersibile, construcție completă din oțel inox, disponibile în 3 variante:

SP: DIN W.-Nr. 1.4301 (AISI 304);

SP N: DIN W.-Nr. 1.4401 (AISI 316);

SP R: DIN W.-Nr. 1.4539 (AISI 904L).

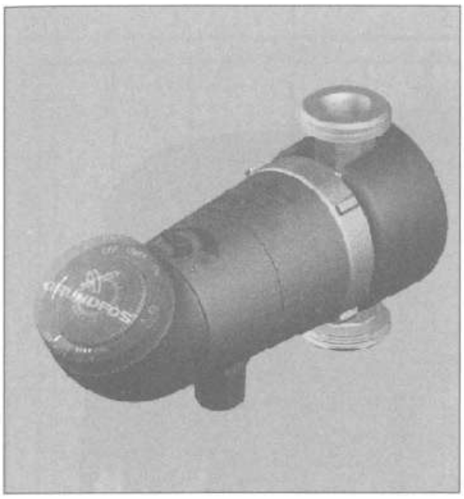
Dimensiuni:

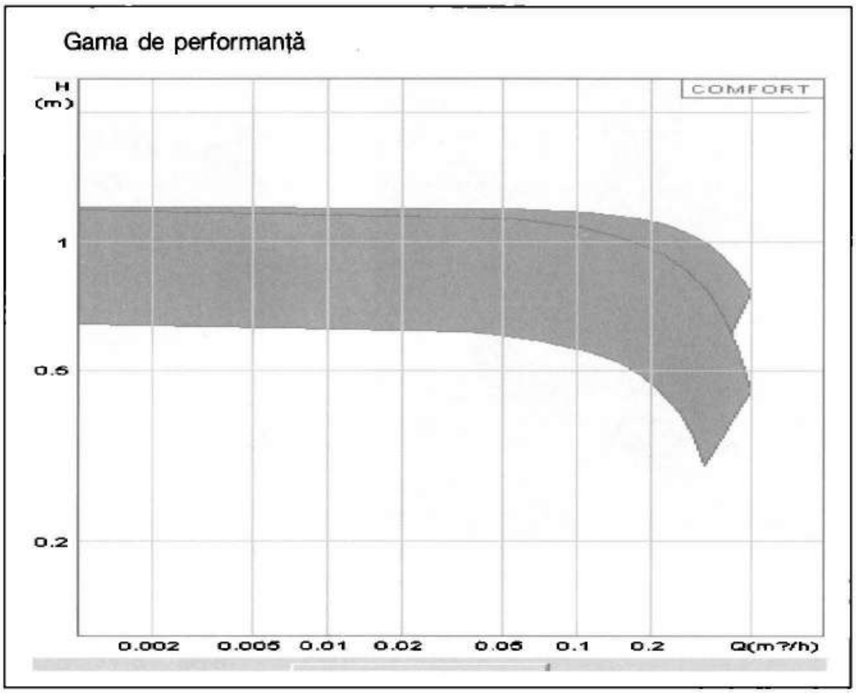
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa:

http://www.grundfos.ro

Pompe de circulație Grundfos pentru recirculare apă caldă menajeră COMFORT serie 100

GRUNDFOS





Domeniul de utilizare:

Pompă de recirculare apă caldă menajeră ce poate fi utilizată în aplicații de uz domestic. Pompa este potrivită doar pentru sistemele de apă caldă presurizată.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: lichide curate, non agresive și non-explozive, ce nu conțin particule solide, fibre sau uleiuri minerale ce se folosesc în sistemele de încălzire de tip domestic.

Temperatura fluidului: 0°C până la +95°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 50/60 Hz.

Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 42.

Construcție: pompa este prevăzută cu motor sferic și se caracterizează prin:

- lagăr rotor cu suspensie cardanică și autoreglare, lubrefiat cu lichidul pompat;
- material de rulment de înaltă calitate;
- motor detașabil de carcasa pompei, ce facilitează întreținerea și înlocuirea;
- rotor rezistent la coroziune, oțel inox, EPDM, PPO, PTFE, grafit;
- carcasa pompei din alamă;
- pompa poate fi prevăzută cu temporizator încorporat, ce permite pornirea și oprirea automată a pompei la intervale setate de minim 20 de minute;
- pompa este prevăzută cu vane de izolare și clapete de sens;
- termostatul încorporat se poate seta astfel încât să oprească pompa la o temperatură a lichidului presetată.

Dimensiuni:

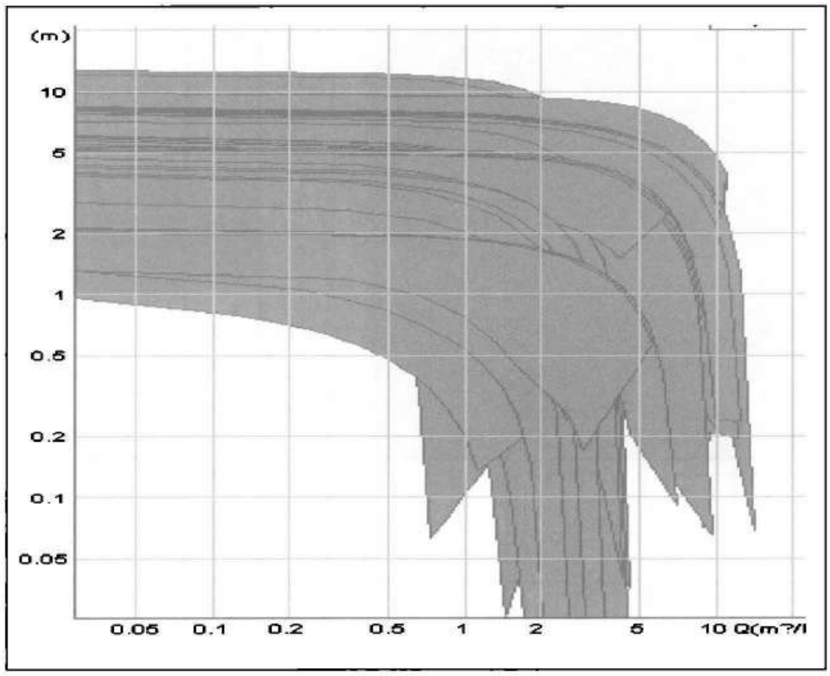
Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa:

http://www.grundfos.ro

Pompe de circulație Grundfos cu rotor umed și trei trepte simple sau duble de turație, tip UPS/UPSD serie 100

GRUNDFOS®





Domeniul de utilizare:

Pompă de circulație pentru instalații de încălzire și climatizare cu debite cuprinse între Q: 0 și 12 m³/h și înălțime de pompare H_{max} = 12 m

Date tehnice:

Fluid vehiculat: lichide curate, non agresive și non-explozive, ce nu conțin particule solide, fibre sau uleiuri minerale, ce se folosesc în sistemele de încălzire de tip domestic.

Temperatura fluidului: -10°C până la +110°C.

Alimentare electrică: 1 x 220-240 V, 380 -415 V, 50/60 Hz;

Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 42.

Construcție:

Pompă de circulație cu rotor umed, prevăzută cu motor cu trei trepte de turație, design compact, cu următoarele caracteristici:

- motor cu trei trepte de turație;
- inele radiale ceramice;
- inel de trecere carbon;
- carcasă rotor și rotor de oțel inoxidabil;
- carcasa stator din aliaj de aluminiu.
- conectare la instalație cu filet sau cu flanșă.

Dimensiuni:

Conform catalogului electronic Grundfos WEBCAPS, adresa: http://www.grundfos.ro

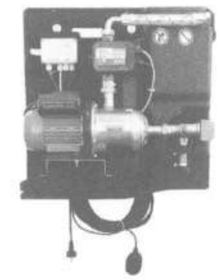
Anexa IV

Tabelul 1. Pompe WILO pentru alimentarea cu apă și valorificarea apelor pluviale.

Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
1	Pompe	 Wilo-Jet WJ Wilo-MultiCargo MC Wilo-MultiPress MP	$\dot{V} < 8\ m^3/h$; H < 57 m; Temp. fluid = +5°C până la +35°C; PN 6, PN 8, PN 10.	• Pompe centrifuge, monoetajate (WJ) sau multietajate (MC, MP); • Pompe cu auto amorsare (WJ, MC); • Pompe cu amorsare normală (MP); • Nivel de zgomot redus.	• Alimentare cu apă; • Pomparea apei din fântâni; • Umplere, golire, transvazare, irigații, stropire; • Evacuare apă în caz de inundații; • Valorificarea apelor pluviale.
2	Pompe	 Wilo-Sub TWI 5 Wilo-Sub TWI 5-SE	$\dot{V} < 16\ m^3/h$; H < 88 m; Temp. fluid = +3°C până la +40°C; PN 10.	• Pompe cu motor submersibil, monofazate sau trifazate; • Posibilitatea montajului uscat (variantele TWI 5-SE); • Pompe construite în întregime din otel inox (corp pompă, rotor,arbore, cameră etaje); • Motoare cu autorăcire; • Protecție termică a motorului (variantele monofazate); • Ștuț de racordare la aspirație pentru modelele TWI 5-SE.	• Pomparea apei din puțuri, fântâni, cisterne și rezervoare; • Alimentare cu apă, irigații, stropire; • Valorificarea apelor pluviale.
3	Pompe	 Wilo-FilTec FBS	$\dot{V} < 28\ m^3/h$; H < 16 m; Temp. fluid = +5°C până la +40°C.	• Pompe monoetajate, monobloc cu filtru; • Pompe cu auto amorsare; • Pompe cu rotor electric imersat, extrem de silențioase; • Lagăre cu vibrații reduse, fără rulmenți; • Construcție ușoară și compactă, din plastic armat cu fibră de sticlă, rezistent la presiune și temperatură; • Filtru pentru protecția pompei; • Pompe monofazate sau trifazate.	• Recircularea apei din bazine de înot.
4	Module de pompare	 Wilo-Jet FWJ Wilo-MultiCargo FMC Wlo-MultiPress FMP Wilo-Jet HWJ Wilo-MultiCargo HMC Wilo-MultiPress HMP	$\dot{V} < 8\ m^3/h$; H < 57 m; Temp. fluid = +5°C până la +35°C; PN 6, PN 8, PN 10.	• Module de pompare cu pompe cu auto amorsare (FWJ, HWJ, FMC, HMC) sau cu pompe cu amorsare normală (FMP, HMP); • Module de pompare complet asamblate; • Rezistență la coroziune a tuturor părților care intră în contact cu fluidul vehiculat; • Nivel de zgomot redus.	• Alimentare cu apă; • Irigații și stropire; • Valorificarea apelor pluviale.
5	Kit-uri de pompare	 Wilo-Sub TWI 5-SE Plug & Pump	$\dot{V} < 6\ m^3/h$; H < 65 m; Temp. fluid = +3°C până la +40°C; PN 10.	• Kit-uri de alimentare cu apă, cu pompă submersibilă monofazată, unitate de comandă și set complet de accesorii; • Posibilitatea montajului uscat; • Pompe construite în întregime din oțel inox (corp pompă, rotor, arbore, cameră etaje); • Motoare cu autorăcire; • Protecție termică a motorului (variantele monofazate); • Ștuț de racordare la aspirație pentru modelele TWI 5-SE.	• Pomparea apei din puțuri, fântâni, cisterne și rezervoare; • Alimentare cu apă, irigații, stropire; • Valorificarea apelor pluviale.

Anexa III

Tabelul 1. Pompe WILO pentru alimentarea cu apă și valorificarea apelor pluviale (continuare).

Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
6	**Module pentru valorificarea apelor pluviale**	 Wilo-RainSystem AF Basic Wilo-RainSystem AF Comfort Wilo-RainSystem AF 150 Wilo-RainSystem AF 400 Wilo-RainCollector II RWN	$\dot{V}$ < 32 m³/h; H < 55 m; Temp. fluid = +5°C până la +35°C; PN 6, PN 8, PN 10.	• Module automate, compacte, pentru valorificarea apelor pluviale și economisirea apei potabile; • Silențioase; • Toate părțile care vin în contact cu fluidul vehiculat sunt rezistente la coroziune.	• Valorificarea apei de ploaie pentru economisirea apei potabile.

Tabelul 2. Pompe WILO de puț.

Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
1	**Pompe**	 Wilo-Sub TWU 3 Wilo-Sub TWU 4 Wilo-Sub TWU 4-QC Wilo-Sub TWU 6...-B, TWU 8...-B Wilo-Sub TWI 4...-B Wilo-Sub TWI 6...-B Wilo-Sub TWI 8...-B	$\dot{V}$ < 130 m³/h; H < 420 m; Temp. fluid = +3°C până la +30°C; Adâncime maximă de imersiune la unele modele = 350 m.	• Pompe submersibile, multietajate; • Pompe monofazate sau trifazate; • Posibilitatea instalării verticale sau orizontale; • Clapetă de reținere integrată; • Toate părțile care vin în contact cu fluidul vehiculat sunt rezistente la coroziune; • Pompe integral din oțel inox (TWI); • Pornire directă sau stea-triunghi; • Întreținere simplă; • Accesorii disponibile.	• Alimentarea cu apă din puțuri, fântâni, cisterne și rezervoare; • Irigații, stropire; • Ridicarea presiunii; • Scăderea nivelului pânzei freatice; • Pomparea apei în instalații industriale.
2	**Kit-uri de pompare**	 Wilo-Sub I TWU 3 Plug & Pump Wilo-Sub II TWU 3 Plug & Pump Wilo-Sub I TWU 4 Plug & Pump Wilo-Sub II TWU 4 Plug & Pump	$\dot{V}$ < 5 m³/h H < 93 m; Temp. fluid = +3°C până la +40°C Adâncime maximă de imersiune= 200 m (TWU 4) și 60 m (TWU 3).	• Kit-uri de alimentare cu apă, cu pompă submersibilă multietajată, monofazată, unitate de comandă și accesorii complete; • Instalare și utilizare simplă; • Clapeta de reținere integrată; • Protecție termică a motorului integrată.	• Instalații de alimentare cu apă pentru gospodării; • Alimentare cu apă din puțuri, fântâni și cisterne; • Irigații în grădină; • Umplere.

Tabelul 3. Pompe centrifugale WILO de înaltă presiune, multietajate.

Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
1	**Pompe**	 Wilo-Economy MHIL Wilo-Multivert MVIL Wilo-Economy MHI Wilo-Economy MHIE Wilo-Helix V Wilo-Helix VE Wilo-Multivert MVI Wilo-Multivert MVIE Wilo-Multivert MVIS Wilo-Multivert MVISE	$\dot{V}$ < 140 m³/h; H < 240 m; Temp. fluid = -15°C până la +120°C pentru unele modele; PN 10, PN 16, PN 25.	• Pompe multietajate cu amorsare normală; • Pompe verticale sau orizontale; • Pompe monofazate sau trifazate; • Pompe cu convertizor de frecvență integrat (MHIE, Helix VE, MVIE, MVISE); • Pompe cu etanșare mecanică sau cu rotor electric imersat (MVIS, MVISE); • Toate părțile care vin în contact cu fluidul vehiculat sunt rezistente la coroziune (oțel inox); • Pompe cu racorduri în linie sau cu aspirație axială și refulare radială (MHIL, MHI, MHIE); • Sistem hidraulic de înaltă eficiență, cu randament optimizat, sudat cu laser 2D/3D; cuplajul demontabil permite înlocuirea rapidă și simplă a motorului; înlocuirea simplă a pompelor, fără necesitatea modificării conductelor; posibilitatea instalării pe conducte existente datorită carcasei modulare a pompei; etanșare mecanică tip cartuș (Helix V, Helix VE).	• Alimentare cu apă și ridicarea presiunii; • Stingerea incendiilor • Spălătorii și sisteme de irigații; • Alimentarea cazanelor; • Valorificarea apelor pluviale; • Circuite pentru apă de răcire; • Industrie.

Tabelul 4. Module de pompare WILO.

Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
1	**Module cu o pompă**	 Wilo-Economy CO-1 MVIS... /ER Wilo-Economy CO-1 MVI... / ER Wilo-Economy CO-1 Helix V... /CE Wilo-Economy CO/T-1 MVI... / ER Wilo-Comfort-N-Vario-COR-1 MVISE...- GE Wilo-Comfort-Vario-COR-1 MVIE...-GE Wilo-Comfort-Vario COR-1 Helix VE... Wilo-Comfort-Vario COR-1 MVIE.../VR Wilo-Comfort-Vario COR 1 Helix VE.../VR Wilo-Comfort-Vario COR-1 MHIE...-GE.	$\dot{V}$ < 140 m³/h; H < 160 m; Temp. max. fluid = +70°C (pentru unele modele); PN 10, PN 16.	• Module de pompare cu o pompă centrifugală multietajată și cu amorsare normală; • Instalații compacte, gata de racordare; • Echipate cu pompe verticale sau orizontale; • Pompe cu etanșare mecanică sau cu rotor electric imersat (MVIS, MVISE); • Alimentare electrică monofazată sau trifazată; • Module de pompare automatizate; • Cu convertizor de frecvență integrat (COR...).	• Alimentarea automatizată, cu apă de la rețeaua publică sau dintr-un rezervor; • Pomparea apei potabile, apelor industriale, apei de răcire, apei pentru stingerea incendiilor sau altor ape care nu atacă mecanic sau chimic materialele folosite sau nu conțin elemente abrazive sau cu fibre.
2	**Module cu mai multe pompe**	 Wilo-Economy CO- MHI... / ER Wilo-Comfort-N CO- MVIS... / CC Wilo-Comfort-N COR- MVIS.../ CC Wilo-Comfort CO- MVI... / CC Wilo-Comfort CO-Helix V... / CC Wilo-Comfort COR- MVI.../CC Wilo-Comfort COR-Helix V... / CC Wilo-Comfort-N-Vario COR MVISE.../ VR Wilo-Comfort-Vario COR MVIE .../ VR Wilo-Comfort COR Helix VE... / VR Wilo-Comfort-Vario COR MHIE... / VR	$\dot{V}$ < 800 m³/h H < 160 m Temp. max. fluid = +70°C (pentru unele modele) PN 10, PN 16.	• Module de pompare pentru ridicarea presiunii cu 2 până la 6 pompe centrifuge multietajate cu amorsare normală, din oțel inoxidabil, conectate în paralel. • Module compacte, gata de racordare; • Echipate cu pompe verticale sau orizontale; • Pompe cu etanșare mecanică sau cu rotor electric imersat (MVIS, MVISE); • Alimentare electrică monofazată sau trifazată; • Module de pompare automatizate; • Cu convertizor de frecvență integrat (COR...).	• Alimentare cu apă și ridicare a presiunii, automată, în clădiri rezidențiale, clădiri cu birouri și administrative, hoteluri, spitale, centre comerciale și sisteme industriale; • Pomparea apei potabile și apelor industriale, apei de răcire, apei pentru stingerea incendiilor sau altor ape care nu atacă mecanic sau chimic materialele folosite sau nu conțin elemente abrazive sau cu fibre.

Tabelul 5. Pompe WILO pentru apă uzată/drenare.

Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
1	**Pompe submersibile**	 Wilo-Drain TM Wilo-Drain TMW Wilo-Drain TS Wilo-Drain TSW Wilo-Drain TS 40 Wilo-Drain TS 50 Wilo-Drain TS 65 Wilo-EMU KS	$\dot{V}$ < 320 m³/h; H < 65 m; Temp. max. fluid = +40°C (pentru unele modele); Pasaj sferic liber = 10 mm (TM, TMW, TS, TSW); Pasaj sferic liber max. = 45 mm (unele modele KS).	• Pompe submersibile pentru apă uzată, cu montaj simplu și siguranță ridicată în funcționare; • Durată lungă de viață; • Utilizare simplă; • Întreținere simplă; • Sistem de turbionare (TMW, TSW); • Fără generare de mirosuri cauzate de fluidul vehiculat; • Montaj staționar sau transportabil; • Protecție anti-ex la unele modele; • Pentru fluide agresive (TMW 32/11 HD); • Cu plutitor cu contacte electrice gata montat (TM...A, TMW...A, TS...A, TSW...A, KS...S); • Alimentare electrică monofazată sau trifazată.	• Pomparea apei curate sau cu cantitate redusă de impurități: - din rezervoare, cămine sau gropi, - inundații și revărsări, - la drenarea subsolurilor, - din domeniul casnic (apă de la mașina de spălat, leșie de săpun), - de la fântâni arteziene mici, jocuri de apă sau pârâuri. • Drenarea apei; • Stații de epurare; • Procese industriale și tehnologice; • Vehicularea apei uzate cu impurități de max. D=45 mm pentru: - gropi de fundație, - bazine, - cămine, - subsoluri inundate, - fântâni arteziene (KS).
2	**Pompe autoamorsante**	 Wilo-Drain LP Wilo-Drain LPC	$\dot{V}$ < 70 m³/h; H < 29 m; Temp. fluid =+5°C până la +80°C (LPC), +3°C până la +35°C (LP); Înălțime max. de aspirație = 6 m (LP) sau 7,5 m (LPC); Pasaj sferic liber = 5 mm (LP) și 6 și 12 mm (LPC).	• Pompe cu auto amorsare, cu etanșare mecanică; • Pompe cu rotor retras (LP) sau rotor multicanal deschis (LPC); • Montaj staționar sau portabil; • Durată lungă de viață; • Manipulare ușoară; • Operare ușoară; • Întreținere simplă; • Construcție robustă.	• Pomparea apei uzate cu impurități reduse din iazuri și gropi; • Irigarea/stropirea grădinilor și spațiilor verzi; • Drenare mobilă; • Pomparea apei uzate cu impurități reduse din gropi de fundație; • Drenarea apei uzate cu impurități reduse din șanțuri; • Drenarea apelor provenite din infiltrații • Pomparea apei sărate (LP).

Tabelul 6. Pompe WILO pentru apă uzată caldă.

Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
1	**Pompe cu motor submersibil Pompe verticale cu stativ și plutitor**	 Wilo-Drain TMT Wilo-DrainTMC Wilo-Drain VC	$\dot{V}$ < 20 m³/h; H < 20 m; Temp. max. fluid = +95 °C; Pasaj sferic liber = 10 mm (TMT/TMC), 5 mm (VC 32/10) și 7 mm (VC 40/20).	• Pompe pentru apă uzată cu temperatura max. 95°C; • Pompe cu motor submersibil (TMT, TMC); • Pompe cu arbore vertical, cu stativ și plutitor (VC); • Montare imersată staționară (TMT, TMC, doar carcasa pompei la VC); • Montare imersată transportabilă (TMT, TMC); • Rotor multicanal, deschis; • Alimentare electrică monofazată sau trifazată; • Pompe adecvate și pentru medii agresive (TMC); • Protecție integrată a motorului datorită releului termic de protecție la suprasarcină (VC); • Durată de viață ridicată.	• Aplicații municipale și industriale (de ex. pentru condens, agent termic, apa de drenare, ape pluviale, apa uzată de la inundații, apa de râu); • Vehicularea apei de mare (apa cu conținut de săruri) - TMC 30-0,5 cu carcasa pompei și rotorul din bronz.

Tabelul 7. Pompe WILO pentru apă uzată/apă uzată cu fecaloide.

Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
1	**Pompe submersibile cu tocător**	 Wilo-Drain MTC Wilo-Drain MTS	$\dot{V}$ < 17 m³/h; H < 55 m; Temp. max. fluid = +40°C (la unele modele); Pasaj sferic liber = 6,7,8 mm (MTC) și 10 mm (MTS).	• Pompe submersibile cu tocător, pentru ape uzate menajere; • Rotor monocanal (MTS); • Rotor multicanal, deschis (MTC); • Montare imersată staționară; • Montare imersată, transportabil; • Supraveghere temperatură motor: bimetal; • Protecție anti-ex la unele modele; • Motor uscat; • Alimentare electrică monofazată sau trifazată; • Pornire directă sau stea-triunghi; • Randament crescut; • Costuri de funcționare scăzute; • Rezistență la obstrucții și blocaje; • Carcasa motorului din oțel inox (MTS); • Din cauza diametrului redus al conductei, se reduc simțitor costurile de instalare.	• Pomparea apelor uzate cu conținut de fecaloide precum și a apelor uzate municipale și industriale, inclusiv cele cu impurități de mari dimensiuni: - canalizarea sub presiune, - drenarea apei din clădiri sau de pe terenuri, - evacuarea apei uzate, - gospodărirea apelor, - protecția mediului înconjurător și epurarea apei uzate; • Drenarea sub presiune acolo unde nu se justifica costurile pentru canalizarea obișnuită prin curgere gravitațională, de ex. pentru: - Nivel ridicat al pânzei freatice, - Teren fără înclinație, - Inundație sporadică cu apă uzată, - Case de vacanță, camping-uri, etc.
2	**Pompe submersibile (fără tocător)**	 Wilo-Drain TC 40 Wilo-Drain STS 40 Wilo-Drain STS 65 Wilo-Drain TP 50 Wilo-Drain TP 65 Wilo-Drain TP 80 Wilo-Drain TP 100	$\dot{V}$ < 180 m³/h; H < 22 m; Temp. max. fluid = +40°C (pentru unele modele); Pasaj sferic liber = 40 mm (TC 40, STS 40), 44 mm (TP 50, TP 65), 65 mm (STS 65), 80 mm (TP 80), 95 mm (TP 100).	• Pompe submersibile pentru apă uzată cu sau fără fecaloide; • Montare imersată staționară (STS 65, TP 50, TP 65, TP 80, TP 100); • Montare imersată, transportabil (TC, TP, STS); • Amplasare în spațiu uscat, staționar (STS 65, TP 80, TP 100); • Montare în spațiu uscat, transportabil (STS 65, TP 80, TP 100); • Tipuri de rotoare: monocanal, retras; • Tipuri de motoare: uscat, cu răcire cu ulei, uscat cu răcire cu circuit inchis; • Alimentare electrică monofazată sau trifazată; • Supraveghere temperatură motor: bimetal • Protecție anti-ex la unele modele; • Pornire directă sau stea-triunghi.	• Pomparea apei uzate și apei de drenaj; • Pomparea apei uzate cu conținut de fecale (unele modele); • Pomparea apei uzate municipale și industriale; • Drenarea apei din clădiri sau de pe terenuri; • Canalizare; • Gospodărirea apelor; • Tehnica de protejare a mediului și de epurare; • Procese industriale și tehnologice; • Pomparea altor fluide: la cerere.
3	**Pompe submersibile (fără tocător)**	 Wilo-EMU FA	$\dot{V}$ < 8000 m³/h; H < 99 m; Temp. max. fluid = +60°C (pentru unele modele); Pasaj sferic liber maxim = 200 mm (pentru unele modele).	• Pompe submersibile pentru apă uzată cu sau fără fecaloide; • Montare imersată staționară; • Montare imersată, transportabil; • Amplasare în spațiu uscat, staționar; • Montare în spațiu uscat, transportabil; • Tipuri de rotoare: monocanal, multicanal, retras, elice; • Tipuri de motoare: uscat, cu răcire cu ulei, uscat cu răcire cu circuit închis; • Alimentare electrică trifazată; • Supraveghere temperatură motor: bimetal, termistori PTC; • Posibilitate protecție anti-ex la toate modelele; • Pornire directă sau stea-triunghi; • Protecție împotriva coroziunii și abraziunii prin acoperire cu strat ceramic (la cerere).	• Pomparea apelor uzate cu fecaloide din stații de epurare și stații de pompare ape uzate; • Pomparea nămolului; • Utilizare în construcții și industrie; • Pomparea altor fluide: la cerere.

Tabelul 8. Module de pompare WILO.

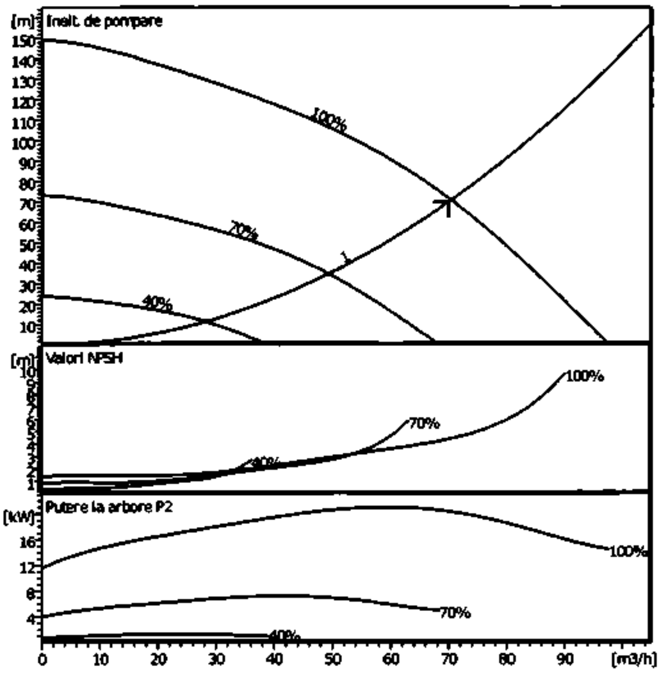
Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
1	**Module de pompare pentru condens**	 Wilo-DrainLift Con	V̇ < 350 l/h; H < 6 m; Temp. max. fluid = +80°C.	• Module de pompare cu o pompă pentru condens, gata de racordare; • Funcționare silențioasă (≤ 43 dB[A]); • Două racorduri de intrare; • Clapetă de reținere încorporată; • Contact de alarmă în dotarea de serie; • Montare simplă; • Rotor retras; • Blocul motor poate fi rotit cu 180°; • Adecvate pentru condens cu pH ≥ 2,4; • Alimentare electrică monofazată.	• Pomparea condensului de la: - cazane în condensație, - instalații de climatizare și răcire.
2	**Module de pompare pentru apă uzată**	 Wilo-DrainLift TMP	V̇ < 11 m³/h; H < 10 m; Temp. max. fluid = +45°C (TMP 32) și +35°C (TMP 40).	• Module de pompare gata asamblate, cu o pompă pentru apă uzată, cu automatizare și control și clapetă de reținere încorporată; • Montare la suprafață; • Rotor retras; • Filtru cu cărbune activ (TMP 32); • Alimentare electrică monofazată; • Design modern; • Silențioase; • Întreținere ușoară; • Pentru fluide agresive (TMP 40/11 HD).	• Pomparea automată a apei de la dușuri, lavoare, mașini de spălat rufe, mașini de spălat vase; • Pomparea apei de drenare și a apei uzate fără fecaloide, fără fibre, fără grăsimi și fără uleiuri, apa pluvială fără conținut de substanțe agresive.
3	**Module de pompare pentru apă uzată**	 Wilo-DrainLift Box	V̇ < 17 m³/h; H < 10 m; Temp. max. fluid = +35°C.	• Module de pompare pentru apă uzată fără fecaloide, cu montare îngropată, cu funcționare automată, cu o pompă submersibilă integrată și clapetă de reținere; • Gata de montare, cu plutitor cu contacte electrice încorporat în recipient din material plastic rezistent pentru montaj îngropat, cu conducta de refulare instalată; • Rotor retras; • Două racorduri de intrare; • Cadru din oțel inox, cu sifon; • Alimentare electrică monofazată; • Întreținere usoară.	• Pentru instalare îngropată, la drenarea din: - spații cu pericol de inundație, - intrări în garaje, - pivnițe; • Evacuarea apei uzate de la dușuri, lavoare, mașini de spălat rufe/vase.
4	**Minimodule de pompare pentru apă uzată cu fecaloide**	 Wilo-DrainLift KH Wilo-DrainLift XS-F	V̇ < 9 m³/h; H < 6 m; Temp. max. fluid = +35°C. Pasaj sferic liber = 10 mm (KH) și 25 mm (XS-F).	• Minimodule de pompare cu o pompă integrată pentru apă uzată, cu funcționare automată. • Instalare simplă și rapidă: - racordare directă la un WC; - flitru de carbune activ integrat; - clapetă de reținere încorporată; - gata de conectare. • Funcționare silențioasă. • Rotor retras. • Echipate cu tocător (KH). • Senzor de temperatură cu contact în înfășurări WSK (în motor pentru monitorizarea temperaturii în înfășurări). • Traductor pneumatic de presiune. • Alimentare electrică monofazată.	• Pentru utilizare limitată (racordare directă în spatele unui vas WC) cu tocător pentru canalizarea unei toalete precum și suplimentar a unui lavoar, a unui duș sau a unui bideu (KH). • Minimodule de pompare pentru apă uzată cu fecaloide, gata de montaj, pentru utilizare limitată (pentru racordarea directă la un WC montat pe perete) pentru montare specială într-o nișă. Pentru preluarea apei uzate de la o toaletă precum și suplimentar de la un lavoar, un duș sau un bideu (XS-F).

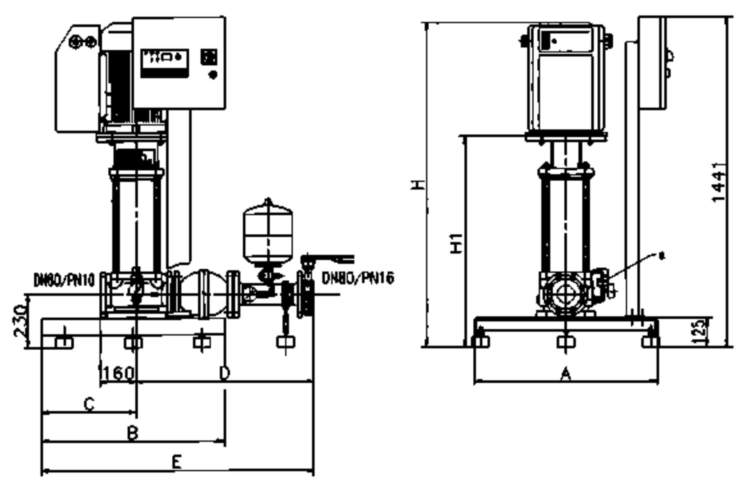
Tabelul 8. Module de pompare WILO.

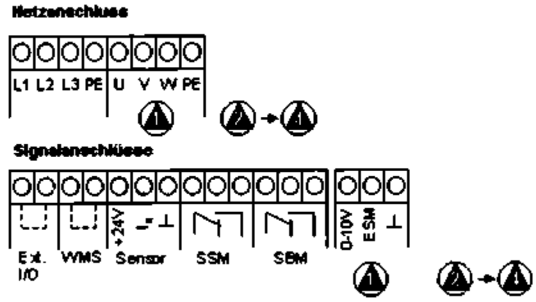
Nr. crt.	Tip		Caracteristici	Descriere	Utilizare
0	1	2	3	4	5
5	**Module de pompare pentru apă uzată cu sau fără fecaloide**	 Wilo-DrainLift S Wilo-DrainLift M Wilo-DrainLift L Wilo-DrainLift XL Wilo-DrainLift XXL Wilo-DrainLift FTS	$\dot{V}$ < 100 m³/h; H < 28 m; Temp. max. fluid = +35°C (S) și +40°C (M, L, XL, XXL, FTS); Pasaj sferic liber = 40 mm (S, M 1/8), 45 mm (M2, L, XL), 65 mm (FTS...STS 65), 70 mm (FTS...FA), 78 mm (XXL 840, XXL 880), 95 mm (XXL 1040, XXL 1080).	• Module de pompare compacte pentru ape uzate, cu una sau două pompe integrate, cu funcționare automată; • Montaj simplu datorită dimensiunilor compacte, greutății reduse și conținutului complex al livrării; • Cu sistem de separare a substanțelor solide (FTS); • Tipuri de rotoare: - monocanal (XXL, FTS...FA08), - retras (S, M, L, XL, FTS...STS 65), • Comandă nivel: - plutitor cu contacte electrice (M, L, XL, XXL), - traductor pneumatic de presiune (S), - traductor de nivel (FTS), • Clapetă de reținere integrată (excepție M1/8, XXL); • Rezervor din plastic; • Senzor de temperatura cu contact în înfășurări WSK (în motor pentru monitorizarea temperaturii în înfășurări); • Alimentare electrică monofazată sau trifazată.	• Pomparea apelor uzate brute, care nu pot fi evacuate gravitațional la canalizare; • Drenajul locuințelor, clădirilor rezidențiale și comerciale (de ex. magazine, restaurante), hotelurilor, spitalelor, etc.
6	**Module de pompare/Cămine anvelopa**	 Wilo-DrainLift WS 40 Wilo-DrainLift WS 50 Wilo-DrainLift WS 625 Wilo-DrainLift WS 900 Wilo-DrainLift WS 1100	$\dot{V}$ < 100 m³/h; H < 34 m.	• Module de pompare automate, în cămin din material sintetic (PE reciclabila); • Posibilitatea extinderii înălțimii căminului (WS 40, WS 50, WS 900, WS 1100); • Cămine cu diametru mic (625 mm) și diferite înălțimi (WS 625); • Racorduri de intrare la alegere la locul de montare (WS 40, WS 50, WS 900, WS 1100); • Posibilitate de echipare cu diferite tipuri de pompe sau gata echipate cu pompe în funcție de model; • Posibilitate de echipare cu o pompă sau cu două pompe, în funcție de model; • Accesorii disponibile; • Montaj și întreținere simplă.	• Module de pompare pentru apă uzată, cu evacuare sub presiune, din încăperi, clădiri și de pe suprafețe aflate sub nivelul de retenție.

COR-1 MVIE 5205/ VR-RBI
Stație ridicare presiune Vario cu turație variabilă

WILO





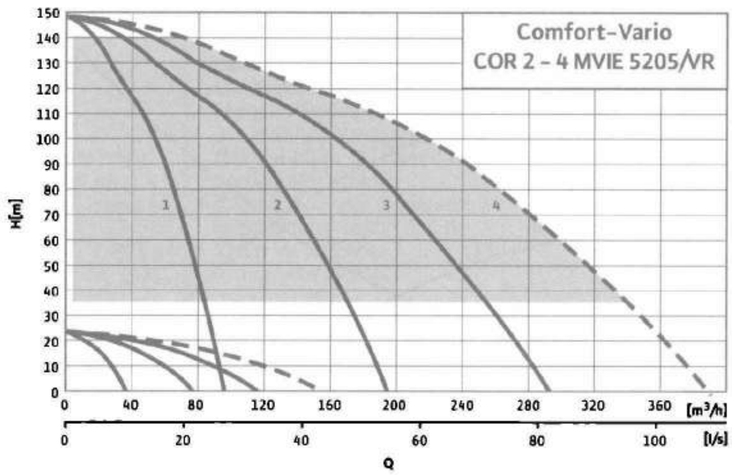


Date cerute		
Debit	70	m^3/h
Înălțime de pompare	70	m
Fluid	Apă, curată	
Temperatură fluid	20	°C
Densitate	0.9982	kg/dm^3
Viscozitate cinematica	1.001	mm^2/s
Presiune vaporizare	0.1	bar
Date generale pompă		
Fabricat	WILO	
Tip	COR-1 MVIE 5205/VR-RBI	
Concepție	Stație hidrofor	
Tip pompă	Pompă cu un motor	
Presiune nominală	PN 16	
Temp. min. fluid	-20	°C
Temp. max. fluid	70	°C
Date efectiv realizate		
Debit	70	m^3/h
Înălțime de pompare	70	m
Turație	3770	1/min
Materiale/Etanșare ax		
Carcasă aspirație/ refulare inox	1.4301	
Piciorul pompei	Fontă GJL 250	
Rotoare	Inox 1.4301	
Camere etaje	Inox 1.4301	
Carcasă presiune	Inox 1.4301	
Arbore	Inox tip 316	
Conducte stație	Inox 1.4571	
Dimensiuni		mm
A	800 H1 982	
H	1417	
B	800	
C	415	
D	775	
E	1190	
Aspirație	DN 80 PN	
Refulare	DN 80 PN	
Greutate	394	kg
Date motor		
Putere nominală P2	22	kW
Turație nominală	2970	1/min
Tensiune nominală	3÷400 V, 50 Hz	
Intensitate el. max. curent		
Grad de protecție	IP 54	
Toleranță permisă tensiune	+/-10%	
Nr. art. în versiunea standard		2945630

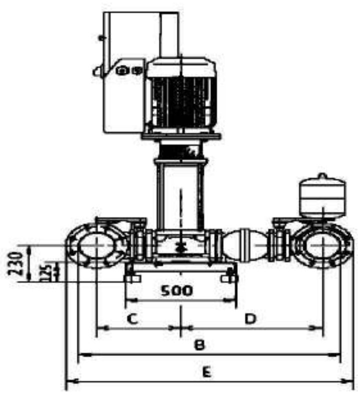
Module de pompare cu mai multe pompe pentru ridicarea presiunii Wilo-Comfort-Vario COR 2 - 4 MVIE 5205 / VR

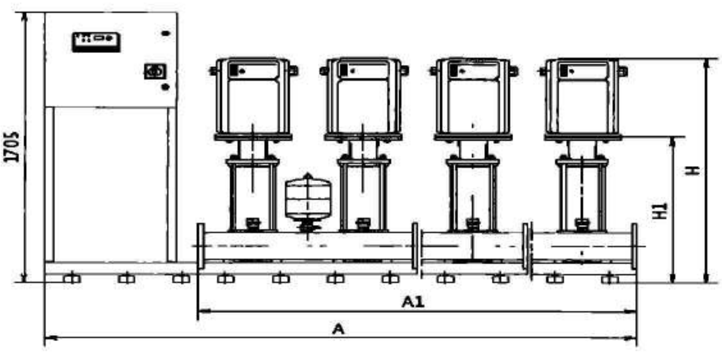
WILO





Caracteristica nr.	Este necesară pompa de rezervă	Nu este necesară pompa de rezervă
1	COR-2 MVIE 5205/VR	-
2	COR-3 MVIE 5205/VR	COR-2 MVIE 5205/VR
3	COR-4 MVIE 5205/VR	COR-3 MVIE 5205/VR
4		COR-4 MVIE 5205/VR





Dimensiuni, Greutăți, Date tehnice motor

	A [mm]	A1 [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	H [mm]	P2 [kW]	I_N [A]	R	Greutate [kg]
2 MVIE 5205/VR	1700	1000	1190	645	380	1310	1417	22.0	38.9	DN 150	859
3 MVIE 5205/VR	2200	1500	1190	645	380	1310	1417	22.0	38.9	DN 150	1277
4 MVIE 5205/VR	2700	2000	1190	645	380	1310	1417	22.0	38.9	DN 150	1694

Domeniul de utilizare: alimentare cu apă, ridicarea presiunii în clădiri de locuit, birouri, clădiri administrative, hoteluri, spitale, magazine și în industrie.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: apă curată (apă care nu atacă chimic și mecanic materialele folosite și care nu conține substanțe abrazive și fibre).

Temperatură fluid: -20°C până la 70°C.

Alimentare electrică: 3-400 V / 50 Hz.

Motoare: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 54.

Suprafața de montare: plană și orizontală. Locul de montare: uscat, bine ventilat și protejat la îngheț.

Construcție: Modul de pompare pentru racordare directă sau indirectă, compus din 2,3 sau 4 pompe centrifuge verticale, de înaltă presiune, normal amorsante, din oțel inox, seria MVIE, cu rotoarele, difuzoarele și toate părțile în contact cu fluidul vehiculat din oțel inoxidabil, etanșare mecanică bidirecțională și motor trifazat cu convertizor de frecvență integrat, pentru reglarea continuă a turației între 26 și max. 65 Hz.

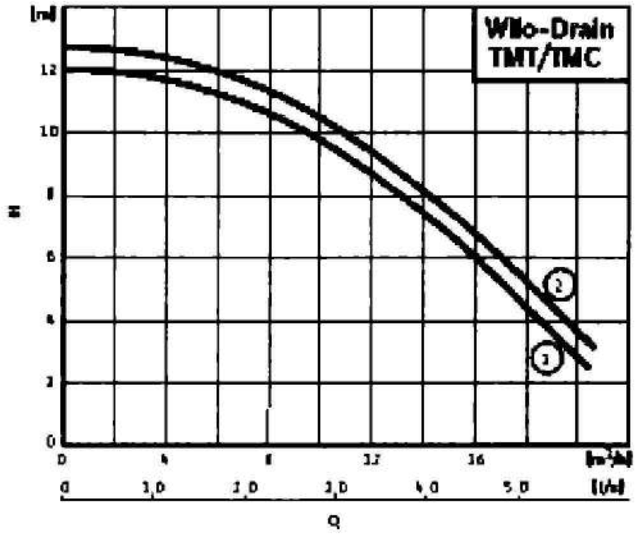
Fiecare pompă este prevăzută cu robinet sferic pe aspirație și pe refulare și clapetă de reținere pe refulare, rezervor sub presiune cu membrană de 8 l, inclusiv armătura de traversare conform DIN 4807, manometre pe refulare și traductor de presiune (4 - 20 mA). Gata asamblat, cu conductele din oțel inox, montat pe un cadru de bază zincat la cald cu amortizoare de vibrații.

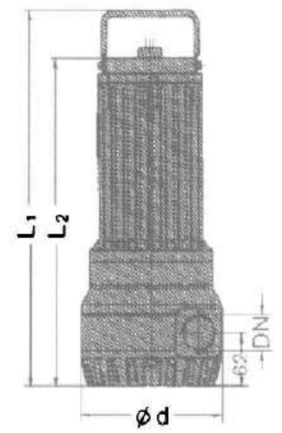
Modulul este echipat cu panou de automatizare Wilo-Comfort-Vario (VR) cu afișaj LCD, cu memorie pentru mesaje de funcționare și avarie. Contacte fără potențial pentru semnalizare de funcționare și de avarie, precum și pentru pornirea/oprirea externă a grupului.

Relee de declanșare pentru protecția motorului și pentru protecția la lipsa apei. Contor orar de funcționare general și pentru fiecare pompă Alternarea automată a pompelor cu egalizarea timpilor de funcționare, pornirea rezervei în caz de avarie și program de testare automată.

Pompe submersibile pentru ape uzate
Wilo-Drain TMT / TMC







1 = TMT/TMC 30-0,5
2 = TMC 30-0,7

Dimensiuni, racorduri, greutăți					
	Racord de refulare (Rp)	Înălțime [mm]		Diametrul pompei [kg]	Greutate
	-	L_1	L_2	d	-
TMT 30-0,5 Fontă	1 1/4	455	388	183	30
TMC 30-0,5 Bronz	1 1/4	455	388	183	33
TMC 30-0,7 Inox	1 1/2	466	392	200	32

Materiale	TMT 30-0,5 Fontă	TMC 30-0,5 Bronz	TMC 30-0,7 Oțel Inoxidabil
Carcasa pompei	Fontă	Bronz	Oțel inoxidabil
Rotor	Fontă	Bronz	Oțel inoxidabil
Etanșare mecanică	Dublă, Cărbune/ceramică	Dublă, Cărbune/ceramică	Simplă, Cărbune/Ceramică
Carcasa motorului			

Utilizare: Pompe submersibile de construcție specială.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: apă din instalații de încălzire, apă caldă, apă de alimentare a cazanelor, condensat, apă pluvială, apă de drenaj, apă uzată, apă de la inundații, apă de râu, apă de mare (TMC 30-0,5 Bronz), apă acidă (TMC 30-0,7), medii agresive (TMC).

Adâncime maximă de imersie: 5 m.

Temperatură maximă fluid: 95°C (imersată total), (65°C parțial imersată).

Motor: Alimentare electrică: 3-400 V/ 50 Hz; Clasă de izolație H; Grad de protecție IP 68.

Putere electrică nominală a motorului: 0,55 kW (TMT 30-0,5 Fontă, TMC 30-0,5 Bronz); 0,75 kW (TMC 30-0,7 Inox).

Turația: 2870 rot/min.

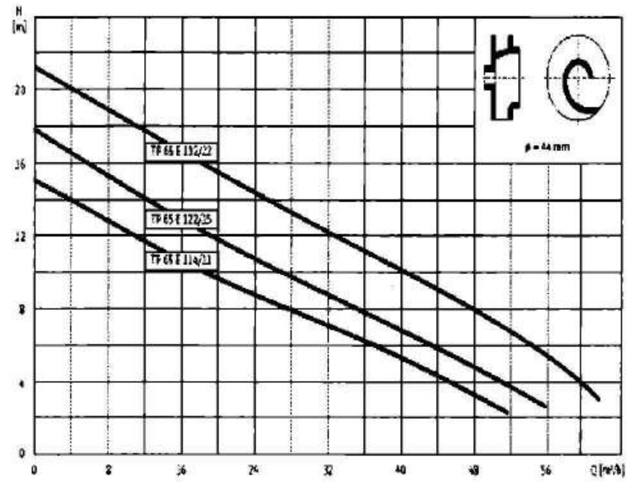
Construcție: Motor trifazat cu rotor în scurtcircuit, umplut cu ulei, capsulat etanș, silențios, fără interferențe radio.

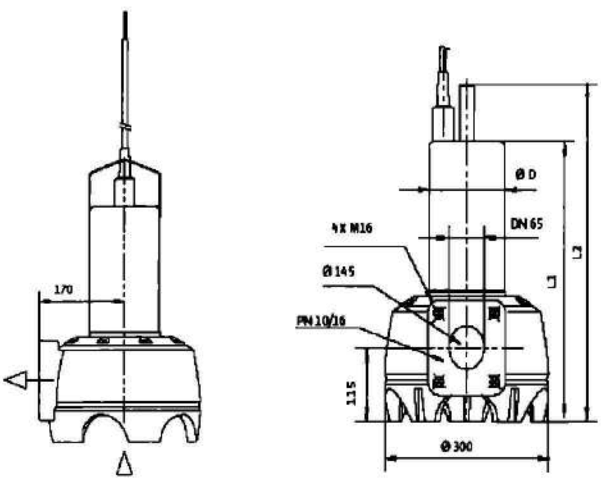
Pompe submersibile cu mâner pentru transport și 5 m de cablu de alimentare cu un capăt neizolat.

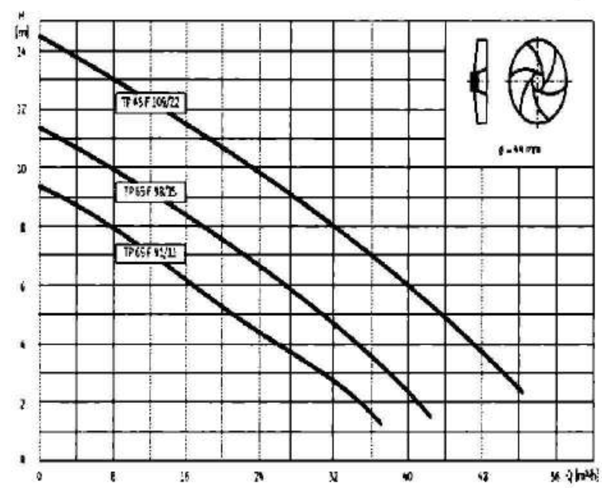
Pompe submersibile pentru ape uzate
Wilo-Drain TP 65

WILO









Dimensiuni					
Wilo-Drain...	L1 [mm]	L2 [mm]	L3 [mm]	L4 [mm]	D
TP 65 E 114/11 3-/A	425	505	-	-	128
TP 65 E 114/11 1-/A	425	505	150	120	128
TP 65 E 122/15 3-	425	505	-	-	128
TP 65 E 132/22 3-	452	535	200	150	138
TP 65 F 91/11 3-/A	425	505	-	-	128
TP 65 F 91/11 1-/A	425	505	150	120	128
TP 65 F 98/15 1-	452	535	200	150	138
TP 65 F 109/22 3-	452	535	-	-	138

Utilizare: Pompe submersibile pentru apă uzată.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: apă cu săpun de la mașina de spălat (fără fibre), apă de la spălătorii auto, apă de la instalații PSI, condensat, apă de răcire, apă de drenaj, apă pluvială, apă de la inundații, apă de râu, apă uzată cu fecaloide (modelele TP 65 F).

Adâncime maximă de imersie: 10 m.

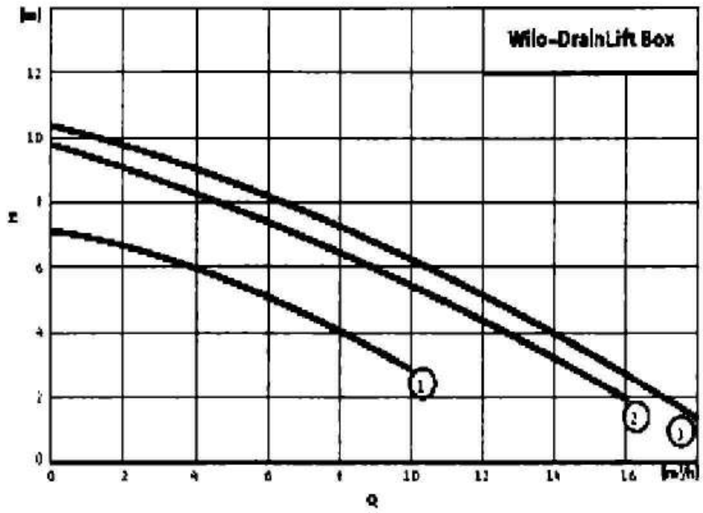
Temperatură fluid: 3°C – 35°C.

Motor: Alimentare electrică: 1-230 V/ 50 Hz sau 3-400 V/ 50 Hz; Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 68.

Construcție: Pompe submersibile monobloc, pentru instalare verticală. Greutate redusă. Cablu de alimentare detașabil, cu lungimea de 10 m. Corespunzătoare pentru montaj staționar sau transportabil, pompe imersate. Pompe rezistente la coroziune. Rotor monocanal pentru modelele TP 65 E sau rotor retras (vortex) pentru modelele TP 65 F. Motoare cu protecție anti-ex (excepție modelele monofazate și modelele TP 65...A). Modelele TP 65...A sunt echipate cu plutitor cu contacte electrice și cu stecher.

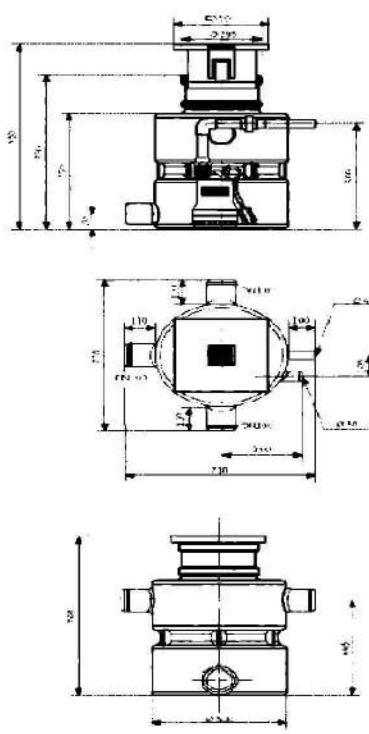
Module de pompare
Wilo-DrainLift Box



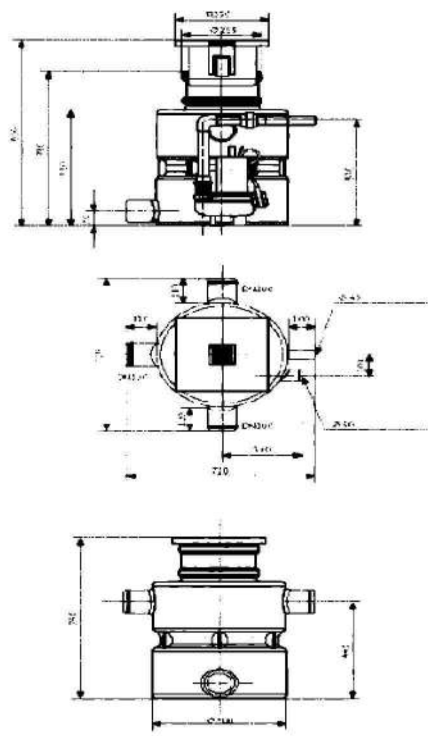


1= DrainLift Box 32/8
2= DrainLift Box 32/11
3= DrainLift Box 40/10

Wilo-DrainLift Box 32



Wilo-DrainLift Box 40



Domeniu de utilizare: pentru evacuarea apelor uzate convențional curate din spații cu pericol de inundare (intrări în garaje, subsoluri, pivnițe, precum și de la dușuri, bazine de spălare etc.).

Date tehnice:

Fluide vehiculate: ape uzate fără fecaloide; apă cu săpun de la mașina de spălat, fără fibre; apă de la dușuri și băi.

Presiune maximă permisă în conducta de refulare: 1,1 bar.

Temperatura maximă fluid vehiculat: 35°C.

Volum brut: 85 l.

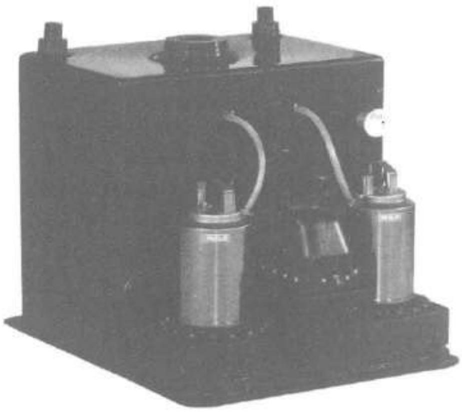
Motor: Clasa de izolație F (pentru modele 32/8 și 32/11) și B (pentru modelul 40/10); Grad de protecție: IP 67.

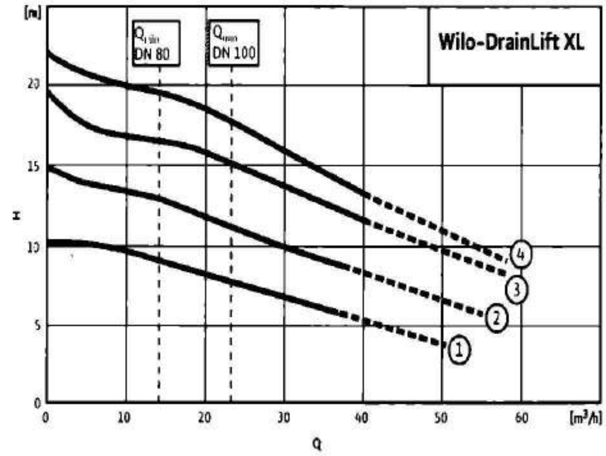
Construcție: Modul de pompare cu comandă automată, cu pompă submersibilă încorporată. Flexibilitate în utilizare, cu trei opțiuni de racordare DN 100, unul dintre racorduri putând fi folosit pentru conectare la un alt rezervor.

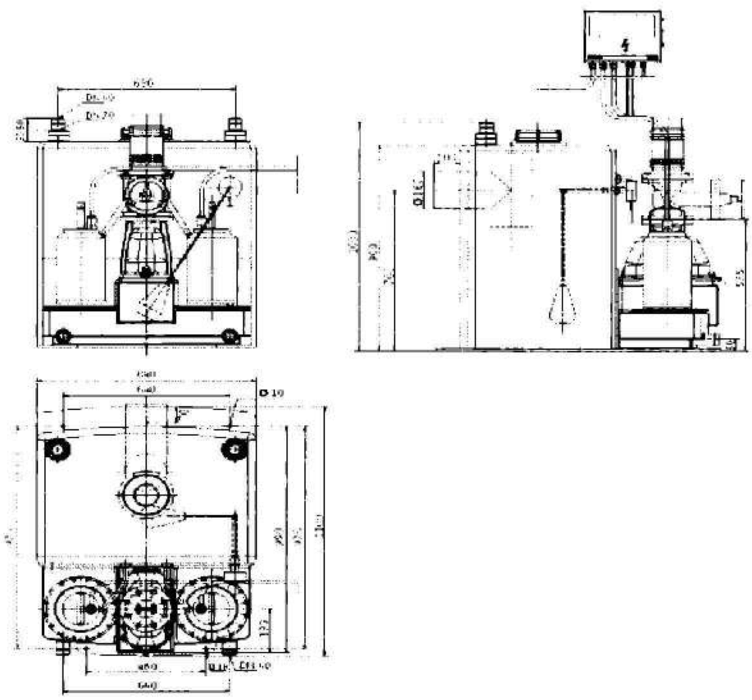
Modulul de pompare este compus dintr-o pompă gata montată, cu plutitor cu contacte electrice atașat, într-un cheson din material plastic rezistent la șocuri. Complet, gata de funcționare, cu conductă de refulare și clapetă de reținere. Cablul pompei (10 m pentru modelele 32/8 și 32/11 și 5 m pentru modelul 40/10) are un stecher Schuko atașat.

Module de pompare pentru ape uzate menajere
Wilo-DrainLift XL

WILO





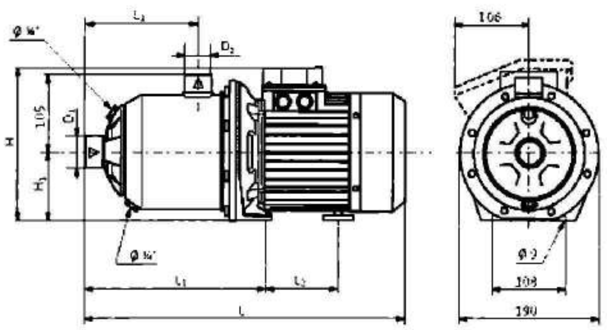


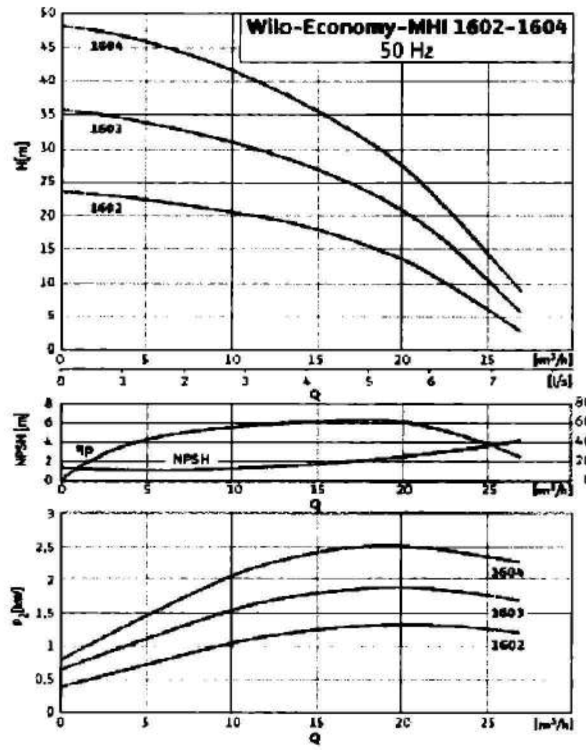
1 = DrainLift XL 2/10
2 = DrainLift XL 2/15
3 = DrainLift XL 2/20
4 = DrainLift XL 2/25

Modul de pompare cu două pompe Wilo-DrainLift XL
Utilizare: vehicularea apelor uzate cu sau fără fecaloide care nu pot fi evacuate gravitațional la canalizare.
Date tehnice:
Fluid vehiculat: apă uzată menajeră cu sau fără fecaloide.
Temperatură maximă fluid: 40°C; Temperatură maximă mediu ambiant: 40°C.
Racord intrare: DN 100/DN 150; Racord refulare: DN 80; Racord aerisire: DN 70.
Volum brut rezervor: 440 l.
Presiune maximă admisă în conducta de refulare: 2,5 bar.
Conform cerințelor DIN EN 12056, poate fi inundat 2 m timp de 7 zile.
Motor: Clasa de izolație H, Grad de protecție (fără panou electric) IP 67.
Alimentare electrică: 3-400 V/ 50 Hz.
Turația pompelor: 2900 rot/min.
Materiale: rezervor din plastic, rotorul pompei din plastic, carcasa motorului din oțel inoxidabil.
Construcție: Modul de pompare complet asamblat, cu două pompe cu motoare trifazate pentru funcționare automată (cu alternarea automată în funcționare, regim aditiv cu acționare automată a rezervei în cazul avariei pompei active). Robinet de reținere cu două clapete încorporat, care necesită numai o racordare la conducta de refulare. Cu rezervor de colectare etanș la gaze și la apă. Pompe centrifugale cu rotor retras (vortex).
Panou de automatizare cu stecher CEE, contact fără potențial, alarmă încorporată cu funcționare independentă de rețea datorită bateriei.

Pompe centrifuge de înaltă presiune
Wilo-Economy MHI 1602, MHI 1603, MHI 1604





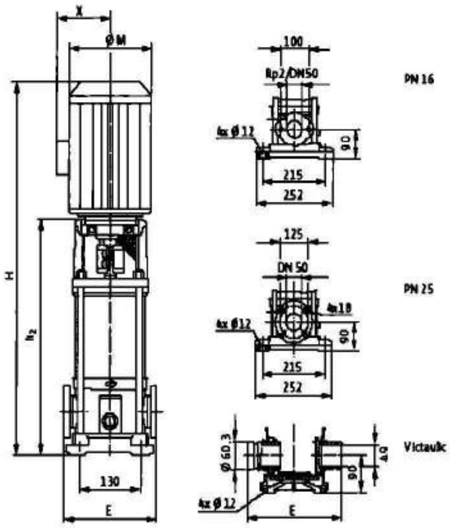


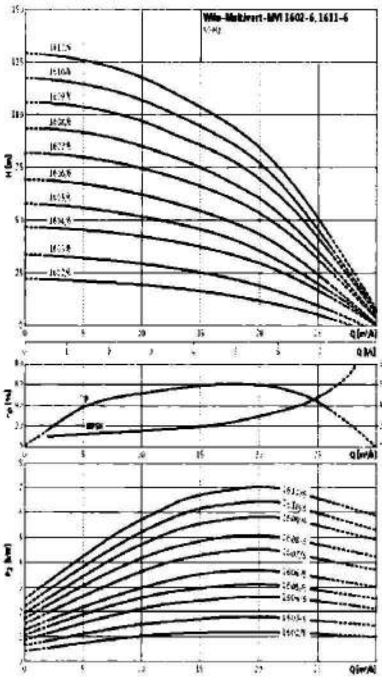
Dimensiuni, Greutăți									
	Dimensiuni								Greutate
	L_1 [mm]	L_2 [mm]	L [mm]	H [mm]	H_1 [mm]	D_1	L_2 [mm]	D_2	[kg])
MHI 1602	236	103.5	432	206	90	Rp 2	138	Rp 1 1/2	15.5
MHI 1603	236	103.5	432	206	90	Rp 2	138	Rp 1 1/2	17.7
MHI 1604	281	136.5	516	221	100	Rp 2	183	Rp 1 1/2	21.1

Domeniul de utilizare: alimentare cu apă și ridicarea presiunii.
Date tehnice:
Fluid vehiculat: apă curată, apă potabilă, apă pentru instalații de încălzire, condensat, amestec apă-glicol (până la 40% Vol. glicol/de la 10% Vol. glicol se vor verifica performanțele pompei), alte fluide la cerere (fără particule abrazive sau fibre, neagresive din punct de vedere chimic).
Temperatură fluid: -15°C până la +110°C.
Alimentare electrică: 3-400 V / 50 Hz.
Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 54.
Construcție: Pompe cu amorsare normală. Toate părțile care vin în contact cu fluidul vehiculat sunt din oțel inoxidabil 1.4301 (AISI 304). Construcție compactă. Construcție cu arborele orizontal, PN 10, cu racorduri filetate pentru aspirația axială și refularea radială.

Pompe centrifuge de înaltă presiune
Wilo-Multivert MVI 16..- 6







Dimensiuni, Greutăți

Varianta PN 16, cu flanșe ovale	E[1]	H	h_2	ØM	X	Greutate[2]
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
MVI 1602-6	250	636	368.5	193	151	31
MVI 1603-6	250	712	445.5	193	151	35
MVI 1604-6	250	751	455.5	217	160	40.3
MVI 1605-6	250	827	531.5	217	160	51.3
MVI 1606-6	250	827	531.5	217	160	51.7
MVI 1607-6	250	933	607.5	235	168	57.7
MVI 1608-6	250	933	607.5	235	168	59.4
MVI 1609-6	250	1099	703	279	182	80.4
MVI 1610-6	250	1099	703	279	182	80.4
MVI 1611-6	250	1175	779	279	182	82.8

Varianta PN 25, cu flanșe rotunde	E	H	h_2	ØM	X	Greutate[3]
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
MVI 1602-6	300	636	368.5	193	151	30.4
MVI 1603-6	300	712	445.5	193	151	35.2
MVI 1604-6	300	751	455.5	217	160	40.3
MVI 1605-6	300	827	531.5	217	160	51.3
MVI 1606-6	300	827	531.5	217	160	51.7
MVI 1607-6	300	933	607.5	235	168	57.4
MVI 1608-6	300	933	607.5	235	168	59.4
MVI 1609-6	300	1099	703	279	182	80.4
MVI 1610-6	300	1099	703	279	182	80.8
MVI 1611-6	300	1175	779	279	182	82.8

[1] Dimensiunile includ contraflanșe (2 buc. la 25 mm); [2] includ contraflanșe, fără ambalaj; [3] fără ambalaj

Domeniul de utilizare: alimentare cu apă și ridicarea presiunii.

Date tehnice:

Fluid vehiculat: apă curată, apă potabilă, apă pentru instalații de încălzire, condensat, amestec apă-glicol (până la 40% Vol. glicol/de la 10% Vol. glicol se vor verifica performanțele pompei), alte fluide la cerere (fără particule abrazive sau fibre, neagresive din punct de vedere chimic).

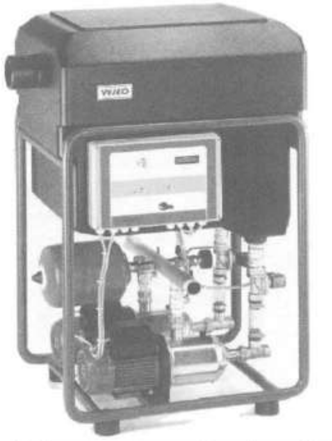
Temperatură fluid: -15°C până la +120°C.

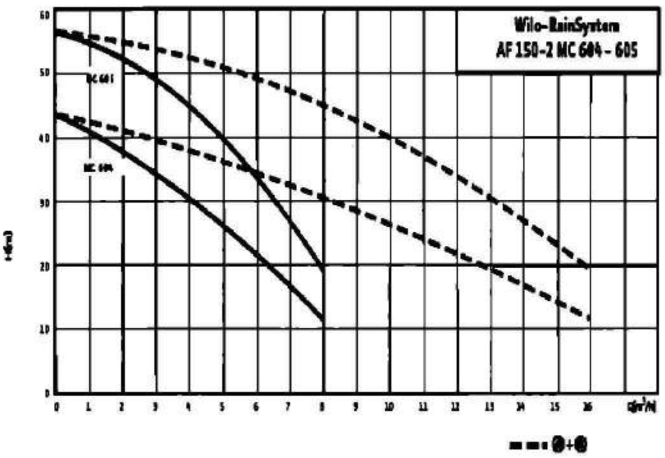
Alimentare electrică: 3-400 V / 50 Hz; Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 55.

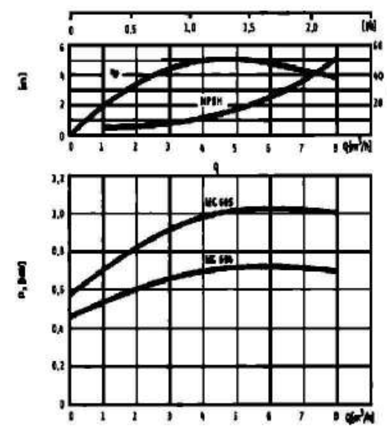
Construcție: Pompe cu amorsare normală, cu arborele vertical. Toate părțile care vin în contact cu fluidul vehiculat sunt din oțel inoxidabil 1.4301 (AISI 304). Pompe PN 16 cu racorduri in-line cu flanșe ovale. Pompe PN 25 cu racorduri in-line cu flanșe rotunde.

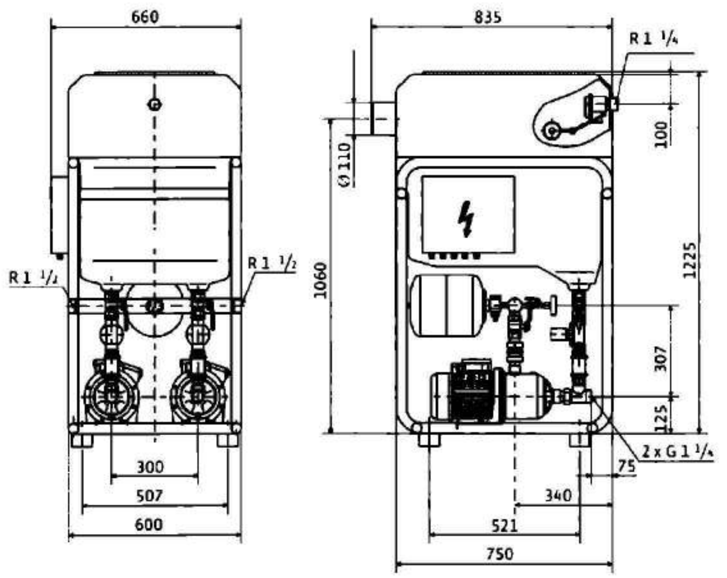
Module de pompare pentru valorificarea apelor pluviale
Wilo-RainSystem AF 150-2 MC 604-605 EM

WILO









Utilizare: Modul de valorificare a apelor pluviale, pentru economisirea apei potabile. Pentru alimentarea automată cu apă pluvială dintr-un rezervor subteran sau dintr-o cisternă. Rezervorul de realimentare de 150 l asigură o realimentare optimă cu apă din rețea către consumatori, atunci când cisterna nu este plină sau când rezervorul subteran nu este plin.

Date tehnice:

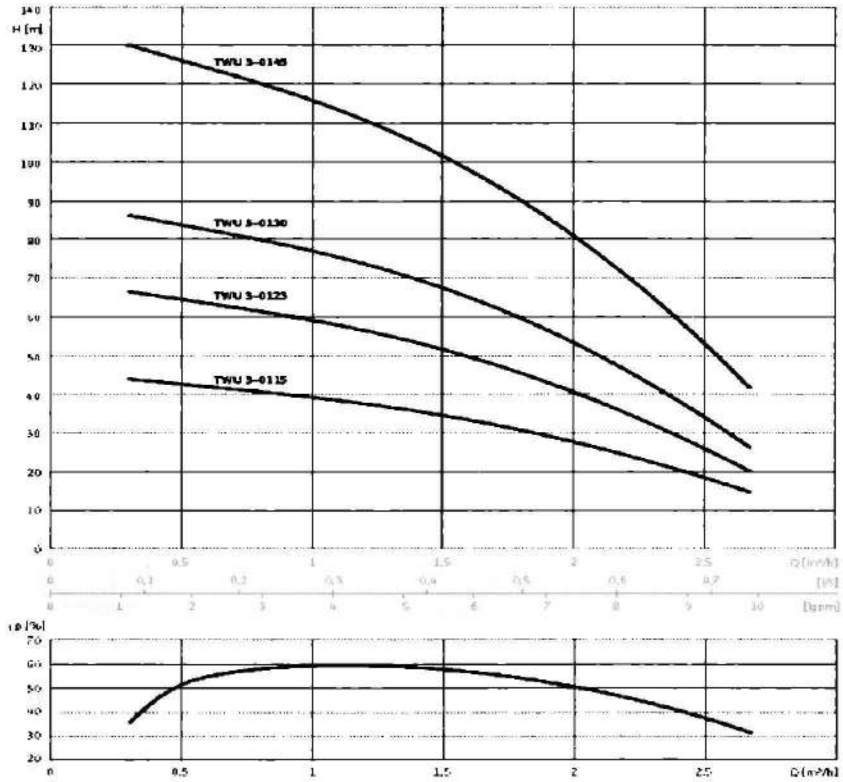
Fluid vehiculat: apă curată, fără sedimente, apă pluvială. Temperatura fluidului: +5°C până la +35°C.
Alimentare electrică: 1-230 V/ 50 Hz.
Motor: Clasa de izolație F; Grad de protecție IP 41.
Număr de pompe: 2; Număr de etaje: 4 (MC 604 EM), 5 (MC 605 EM).
Putere electrică nominală: 0,75 kW (MC 604 EM), 1,10 kW (MC 605 EM).
Curent nominal: 5,3 A (MC 604 EM), 7,2 A (MC 605 EM).

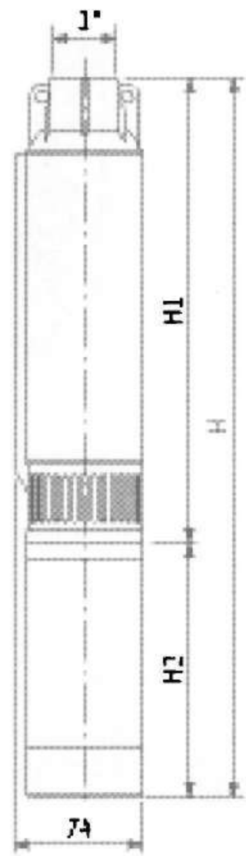
Construcție: Modul de pompare în construcție compactă, gata asamblat, compus din: 2 pompe centrifuge autoamorsante Wilo-MultiCargo MC, conducte de refulare, recipient sub presiune cu membrana cu volumul de 8 l, armături de închidere cu golire, manometru 0-10 bar, robinete sferice pe aspirație și pe refulare, rezervor de realimentare cu apă proaspătă cu volum de 150 l cu robinet cu plutitor, panou de automatizare cu sistem electronic de comandă, inclusiv electrovane, traductor de presiune 4-20 mA și senzor de nivel cu 20 m de cablu pentru supravegherea nivelului din rezervorul de apă pluvială. Cadru de bază vopsit anticoroziv.

Pompe submersibile de puț
Wilo-Sub TWU 3

WILO





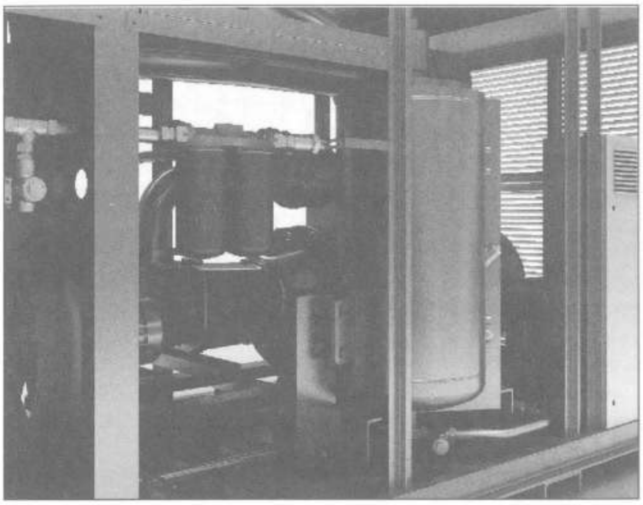


Dimensiuni, Greutăți							
	H_1	H_2		H		Greutate (fără ambalaj)	
		1-230 V/50 Hz	3-400 V/50 Hz	1-230 V/50 Hz	3-400 V/50 Hz	1-230 V/50 Hz	3-400 V/50 Hz
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]	[kg]
TWU 3-0115	580	377	377	957	957	9,3	9,3
TWU 3-0123	780	397	377	1177	1157	10,8	10,5
TWU 3-0130	1000	416	397	1416	1397	12,4	12,0
TWU 3-0145	1380	-	416	-	1796	-	14,4

Domeniul de utilizare: Alimentare cu apă, irigații.
Date tehnice:
Alimentare cu apă din puțuri cu un diametru minim de 3" (DN 80) și o adâncime maximă de imersiune de 60 m.
Fluid vehiculat: apă curată, fără sedimente.
Temperatură fluid vehiculat: +3°C până la +40°C.
Conținut maxim de nisip în fluidul vehiculat: 40 g/m^3.
Numărul maxim de porniri pe oră: 20.
Toleranță tensiune, max.: -10% până la +10%.
Motor: rebobinabil, umplut cu ulei.
Alimentare electrică: 1-230 V / 50 Hz sau 3-400 V / 50 Hz.
Clasă de izolație: F.
Grad de protecție: IP 58.
Racord refulare: 1".
Construcție:
Pompă submersibilă multietajată, cu rotoare radiale.
Toate părțile aflate în contact cu fluidul vehiculat sunt rezistente la coroziune.
Pompa poate fi montată în poziție verticală sau orizontală.
În livrare sunt cuprinse toate piesele necesare pentru instalarea de bază:
- Pompa cu 1,8 m cablu;
- Panou cu condensator pentru modelele monofazate.

Compresoare GEAR
Clasa de putere 30-500 kW

AG kompressoren



Utilajele cu cutie de viteze din seria GEAR, ALMiG oferă o nouă generație de compresoare cu șurub pentru volum mare de aer comprimat. Debite de 3,58 - 71,15 m^3/min la presiuni de funcționare maxime de 8, 10 și 13 bar, cu puteri cuprinse între 30 și 500 kW. Utilajele sunt disponibile în variantă cu răcire cu aer (30-250 kW) și cu răcire cu apă (30-500 kW). Electromotor cu rezervă de putere, cutie de viteze cu cuplaj elastic de ultimă generație - îmbunătățește transmisia. Separarea deosebit de eficace a agentului de răcire face posibil un conținut de ulei de doar 2–3 mg/m^3.

Domenii de utilizare: compresoarele de aer se folosesc în orice întreprindere care desfășoară activități productive, de la micii meșteșugari până în industria grea. Compresoarele din seria GEAR, datorită construcției lor robuste, sunt potrivite pentru aplicații grele, în care condițiile de lucru sunt foarte severe.

Date tehnice:

Motor de acționare:

tensiunea nominală:	380 V
frecvența rețelei:	50 Hz
protecție:	IP 55
clasa de izolare:	F

Cutia de cuplaj electric:

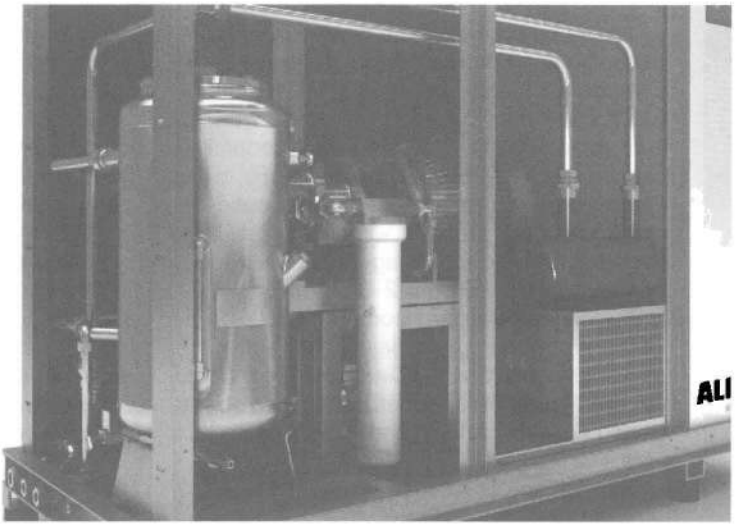
transmiterea de putere:	cuplaj magnetic SIEMENS
comandă:	microprocesor
tensiunea de lucru:	380 V
tensiunea de comandă:	230 V
frecvența rețelei:	50 Hz

Transmisie: directă cu multiplicator de rotații

GEAR	Debit conform ISO 1217 (Annex C-1996) 8 bar [m^3/min]	10 bar [m^3/min]	13 bar [m^3/min]	Putere nominală motor [kW]	Lungime [mm]	Lățime [mm]	Înălțime [mm]	Masă [kg]
30	5,01	4,32	3,58	30	1750	1080	1600	940
37	5,81	5,19	4,25	37	1750	1080	1600	960
45	6,96	6,38	5,35	45	1750	1080	1600	1080
55	9,37	8,16	6,67	55	1950	1080	1600	1250
75	11,69	10,35	8,94	75	1950	1080	1600	1270
90	15,30	13,25	10,34	90	2600	1400	1860	2330
110	19,10	16,46	13,10	110	2600	1400	1860	2550
132	22,99	19,94	16,58	132	2600	1400	1860	3200
160	27,38	24,49	19,98	160	2600	1400	2115	3850
200	29,65	29,46	24	200	2600	1400	2115	3850
201	36,41	32,44	25,60	200	3400	1650	2025	4100
250	44,15	39,24	32,87	250	3400	1650	2025	4300
315	53,21	45,71	la cerere	315	3400	1650	2025	4700
355	61,66	52,74	la cerere	355	3600	2100	2200	5750
400	65,94	58,41	la cerere	400	3600	2100	2200	5900
450	-	64,10	la cerere	450	3600	2100	2200	6200
500	71,15	64	la cerere	500	3600	2100	2200	6800

Compresoare LENTO
Clasa de putere 15-85 kW

AG kompressoren



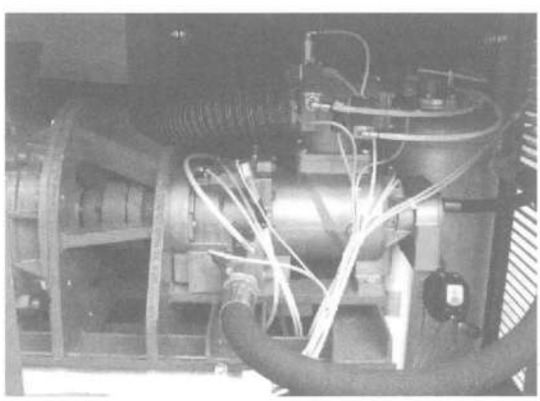
Necesitatea de aer comprimat 100% fără ulei apare în domenii ca industria farmaceutică, alimentară, electrotehnică și medicină, și peste tot acolo unde se fabrică produse de înaltă calitate. În cazul compresoarelor LENTO, în cadrul procesului de compresie se folosește apă cu următoarele consecințe:

- aer comprimat curat, fără ulei, ecologic; particulele de praf aspirate sunt spălate de apă.
- condens curat; apa pură poate fi evacuată direct în canalizare.
- temperaturi joase în timpul compresiei datorită eliminării căldurii prin apă, obținându-se astfel un consum minim de energie pentru producerea aerului comprimat.

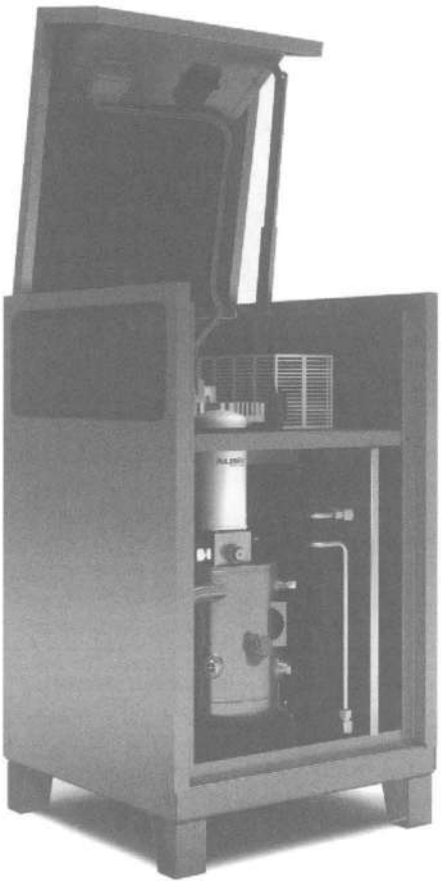
Domenii de utilizare: Compresoarele cu șurub cu injecție cu apă din seria LENTO sunt soluția ideală pentru domeniile în care nu este permis ca în aerul comprimat să existe ulei: industria alimentară, farmaceutică, în spitale etc.

LENTO	Presiune de funcționare	Debit conf. ISO 1217 (Annex C-1996)		Putere nominală motor	Lungime	Lățime	Înălțime	Masă
		min.	max.					
	[bar]	[m³/min]	[m³/min]	[kW]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
			Turație reglabilă					
15	5-10	0,96	2,13	15	1880	850	1600	850
18	5-10	0,96	2,68	18	1880	850	1600	860
22	5-10	0,96	3,16	22	1880	850	1600	870
30	5-10	0,96	4,14	30	1880	850	1600	920
31	5-10	1,97	4,75	30	2300	1400	1560	1470
37	5-10	1,97	5,82	37	2300	1400	1560	1520
45	5-10	1,97	6,83	45	2300	1400	1560	1550
55	5-10	1,97	8,15	55	2300	1400	1560	1590
46	5-13	2,27	8,34	45	2300	1400	1560	1700
56	5-13	2,27	9,95	55	2300	1400	1560	1750
75	5-13	2,27	11,01	75	2300	1400	1560	1800
85	5-13	2,27	12,26	85	2300	1400	1560	1850
			Turație fixă					
18D	5-7	2,68		18	1880	850	1660	840
22D	5-10	2,53		22	1880	850	1660	850
31D	5-8	4,84		30	2300	1400	1560	1450
37D	5-10	4,72		37	2300	1400	1560	1500
38D	5-9	5,73		37	2300	1400	1560	1500
46D	5-13	5,59		45	2300	1400	1560	1500





Compresoare FLEX
Clasa de putere 5-30 kW



Compresoarele cu șurub cu turație reglabilă din seria FLEX, pentru a fi utilizate acolo unde necesarul de aer comprimat variază.

În acest domeniu, compresoarele din seria FLEX oferă o tehnică de vârf prin soluția integrată cu un singur ax, cu turație reglabilă.

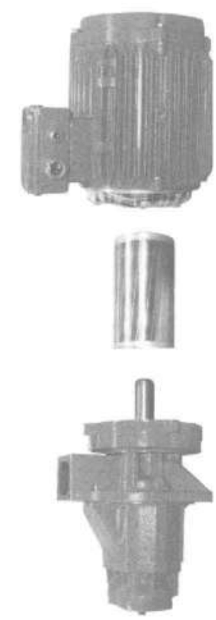
- cameră de compresie compactă, complet integrată;
- performant, silențios și de dimensiuni reduse, aproximativ 60 dB(A);
- turație reglabilă care economisește energie;
- presiune de funcționare flexibilă 5-13 bar, fără trepte;
- construcție cu acces ușor pentru întreținere.

Compresoarele din seria FLEX sunt special concepute pentru consum variat de aer comprimat și își adaptează debitul la consumul de aer, datorită tehnologiei cu convertizor de frecvență.

Date tehnice:

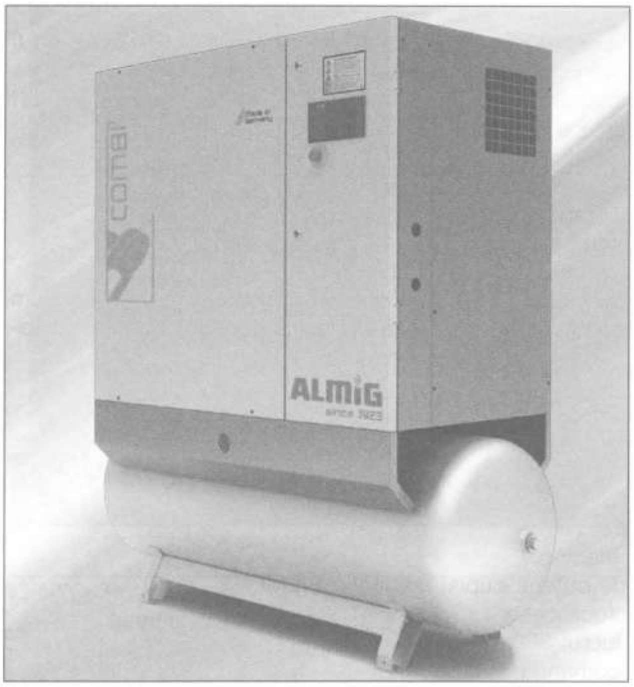
Presiunea maximă de lucru: 5 - 13 bar
Motor de acționare: tensiunea nominală: 380 V
frecvența rețelei: 50 Hz
protecție: IP 55
clasa de izolare: H
Cutia de cuplaj electric:
transmiterea de putere: cuplaj magnetic SIEMENS
comandă: microprocesor
tensiunea de lucru: 380 V
tensiunea de comandă: 230 V
frecvența rețelei: 50 Hz
Transmisie: directă.

FLEX	Presiune de funcționare	Debit conf. ISO 1217 (Annex C-1996) min.	max.	Putere nominală motor	Lungime	Lățime	Înălțime	Masă
	[bar]	[m³/min]	[m³/min]	[kW]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
25	5-10	0,19	0,34	2,2	590	590	995	123
35	5-10	0,19	0,43	3	590	590	995	123
45	5-10	0,19	0,65	4	590	590	995	123
65	5-14	0,34	1	5,5	590	590	995	136
85	5-14	0,32	1,07	7,5	590	590	995	136
6	5-13	0,40	0,79	5,5	870	590	990	165
7	5-13	0,40	1,13	7,5	870	590	990	165
11	5-13	0,40	1,62	11	870	590	990	180
15	5-13	0,40	2,11	15	870	590	990	190
16	5-13	1,16	2,55	15	1140	890	1315	285
18	5-13	1,16	3,02	18,5	1140	890	1315	295
22	5-13	1,16	3,31	22	1140	890	1315	325
30	5-13	1,16	3,98	30	1140	890	1315	365



Compresoare COMBI
Clasa de putere 2,2-22 kW

AG kompressoren





COMBI	Debit conform SO 1217 (Annex C-1996)			Putere nominală motor	Lungime	Lățime	Înălțime	Masă*
	8 bar [m³/min]	10 bar [m³/min]	13 bar [m³/min]	[kW]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
2S*	0,27	0,21	-	2,2	1400	550	1250	190
3S*	0,38	0,30	-	3	1400	550	1250	195
4S*	0,55	0,47	0,34	4	1400	550	1250	200
5S*	0,76	0,67	0,55	5,5	1400	550	1250	205
6**	0,83	0,72	0,62	5,5	1120	685	1680	400
8**	1,10	1,04	0,85	7,5	1120	685	1680	405
11**	1,60	1,39	1,22	11	1120	685	1680	410
15**	1,97	1,84	1,58	15	1120	685	1680	420
15.1**	2,18	1,94	1,71	15	1120	685	1680	475
16***	2,37	2,10	1,85	15	1900	780	1950	639
18***	2,85	2,62	2,31	18	1900	780	1950	658
22***	3,34	3	2,69	22	1900	780	1950	704

* Standard cu rezervor de 200 l, opțional cu rezervor de 270 l. L x l x H: 1120 x 550 x 1410 mm. Masa: +20 kg fără uscător prin refrigerare.
** Standard cu rezervor de 270 l, opțional cu rezervor de 500 l. L x l x H: 1900 x 685 x 1680 mm. Masa: +65 kg fără uscător prin refrigerare.
*** Disponibil doar cu rezervor de 500 l. Sisteme de recuperare a căldurii disponibile începând de la modelul COMBI 6.

Domeniul de utilizare: Producerea de aer comprimat pentru instalații de încălzire cu vas de expansiune închis, pentru instalații sanitare cu funcționare cu hidrofor, pentru alimentarea cu aer comprimat în spitale.

Date tehnice: Puteri cuprinse între 2,2 și 22 kW, debite de aer între 0,21și 3,34 m³/min, presiuni de 8, 10 și 13 bar, capacitatea de stocare în rezervoare de 200, 270 și 500 l.

Se produc cu sau fără uscător prin refrigerare, cu sau fără filtru de aer comprimat.

Sistem de separare în una sau mai multe trepte.

Sistem de transmisie prin curele.

Anexa V

Sistem avansat de protecție cu avertizor seismic (Advanced System)

În cele ce urmează este făcută o prezentare atât a datelor tehnice și principiului de funcționare al sistemului cât și a câtorva exemple generice de utilizare a diferitelor sisteme de protecție. Posibilitățile de protecție oferite de sistem sunt mult mai numeroase și vor fi adaptate la diversitatea de situații întâlnite în activitatea utilizatorilor și în funcție de necesitățile efective ale situațiilor specifice cu care se confruntă.

Principiul de funcționare

Orice seism se manifestă mai întâi prin propagarea unei unde primare, de atenționare (insesizabilă fără echipamente de specialitate), iar mai apoi a celei secundare, aceasta din urmă fiind cea distructivă.

Detecția unui cutremur major este fiabilă, datorită faptului că sistemul utilizează un microprocesor pentru analiza și identificarea vibrațiilor detectate. Orice vibrație a cărei formă a undei nu corespunde cu o formă de undă seismică este ignorată.

Dacă forma de undă a vibrației undei primare corespunde celei seismice, este verificat nivelul accelerației acesteia. Pentru valori ale undei primare mai mari de 5 mG (unde G este accelerația gravitațională = 9,81 m/s^2) se consideră că unda secundară și următoarele sunt distrugătoare și pornește alarmarea în consecință: sonoră și luminoasă. Dacă accelerația este însă inferioară valorii de 5 mG cutremurul nu este considerat ca fiind major și este semnalat numai prin avertizare luminoasă.

Sistemul ADVANCED folosește o tehnologie avansată, ceea ce îi oferă independență și autonomie. Buna funcționare a acestuia nu depinde de funcționarea rețelei de alimentare cu energie electrică, de acoperirea oferită de o rețea GSM, de existența semnalului GSM, de timpul pierdut la retransmisia prin relee etc.

Mai mult decât atât, sistemul prezentat oferă alarmarea adaptată zonei în care este folosit (dacă este cazul, unde este cazul). Din epicentru unda seismică are o direcție de propagare preferențială, unele direcții în care se atenuează, alte direcții în care se amplifică – în funcție de caracteristica mediului prin care se propagă – și nu ar fi corect să avem același grad de alarmare și același răspuns indiferent unde ar fi situat utilizatorul.

Funcția de protecție este obținută prin adaptarea acțiunilor adecvate (de cele mai multe ori oprirea alimentării cu gaz înainte de intrarea în clădiri, dar și a alimentării electrice, cu diverse fluide etc.)

Funcții

Sistemul poate avea atât rol de alarmare și de protecție cât și numai rol de protecție, în funcție de contextul în care este utilizat. Este recomandat ca pentru protecția capacităților de producție și birouri să fie folosite ambele funcții, iar pentru zonele de lucru cu publicul numai funcția de protecție. Astfel se evită pierderile de vieți omenești datorită busculadei create de persoane care nu sunt instruite asupra a ceea ce trebuie făcut în cazul în care se declanșează alarmarea.

Procedura de urmat în caz de alarmare este predată la achiziționarea sistemului.

În industrie, protecția oferită de sistem, în afară de clădiri, se poate întinde asupra unor echipamente industriale cu valoare deosebită sau asupra unor procese industriale, mai ales dacă prezintă risc pentru populație. În București, o atenție deosebită trebuie acordată Centralelor Termice și benzinăriilor situate între blocurile de locuințe sau în zone dens populate. Explozia uneia sau mai multor centrale termice sau benzinării are urmări mult mai dramatice decât incendiul declanșat la o casă.

Specificații

Sistemul avansat de protecție este compus din:

- *Avertizorul Seismic,* care asigură partea de detecție și este montat pe un perete de rezistență;
- *Operatorul Seismic,* care este un tablou de comandă inteligent, care primește semnalul de la avertizor, ia decizii, apoi transmite comenzi organului de execuție;
- *Aparatul de Execuție.*

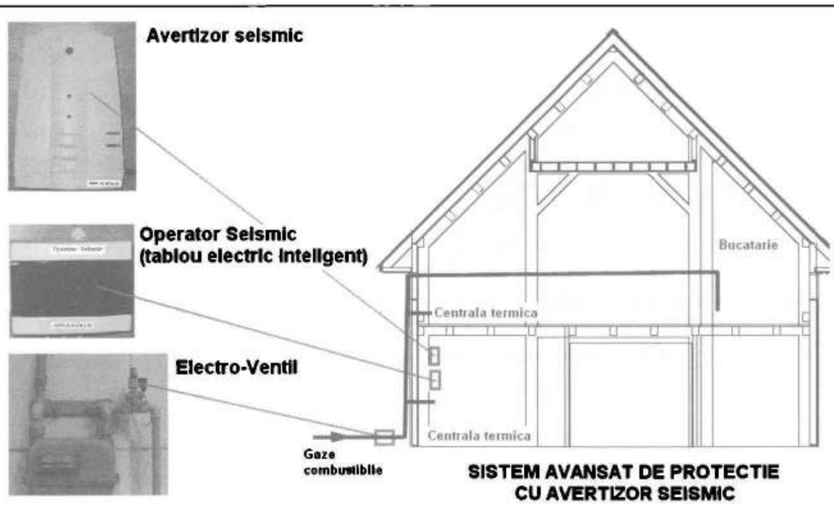
În protecția contra incendiilor pentru execuție se folosește un robinet automat (electro-vană) de gaz montat pe instalația de utilizare gaze combustibile, înainte de intrarea în clădire. De altfel, aceasta este singura protecție eficientă din acest punct de vedere.

Pentru alte activități industriale protejarea capacității de producție se face folosind ca organ de execuție robinete automate și întrerupătoare electrice automate.

Avantajele sistemului

Sistemul Advanced este o extindere a sistemului Basic, care cuprinde 3 protecții:

- închide alimentarea cu gaz a clădirii din exterior;
- închide alimentarea cu energie electrică a clădirii sau echipamentelor/ utilajelor;
- închide circuitele hidraulice (alimentare apă, agent termic);
- operează orice alt sistem necesar protecției imobilului sau echipamentelor (opțional, la cererea utilizatorului).



Sistem avansat de protecție cu avertizor seismic (Advanced System).

Sistem integrat de protecție (gaz/fum/CO) cu avertizor seismic (Smart System)

În ultimul timp, atenția opiniei publice a fost reținută foarte des cu evenimente izolate, produse din neglijență. Pentru a pune capăt unui șir de fatalități și a obține un maximum de siguranță pentru populație s-a integrat o utilitate suplimentară sistemului avansat de protecție care, chiar în lipsa unui cutremur, asigură monitorizarea ambientului.

Funcții

Sistemului de protecție prezentat mai sus i s-au adăugat funcțiile de detecție de gaze combustibile (gaz natural sau GPL), detecție CO și detecție fum. Acest sistem integrat monitorizează în permanență ambianța și, în cazul apariției oricăruia dintre elementele al căror nivel îl supraveghează, informația este transmisă la operatorul seismic, care dă comenzile adecvate pentru declanșarea protecției: oprirea alimentării cu gaze, ventilarea încăperii, întreruperea alimentării cu energie electrică, punerea în funcțiune a sistemului de iluminare de siguranță etc.

Specificații

Detecția este asigurată de:
- avertizorul seismic AS-01;
- detectorul combinat de gaz combustibil și monoxid de carbon;
- detectorul de fum.

Comanda este asigurată de Operatorul Seismic – un tablou de comandă inteligent.

Execuția este asigurată de un robinet automat, ventilator, întrerupător electric automat etc., în funcție de factorii de risc.

Avantajele sistemului

În afară de urmărirea seismelor, monitorizează permanent volumul protejat:
- reacționează instantaneu la apropierea unui cutremur;
- reacționează la prezența gazelor combustibile;
- reacționează la detectarea monoxidului de carbon în încăpere;
- reacționează la prezența fumului;
- închide alimentarea cu gaz a clădirii din exterior;
- închide alimentarea cu energie electrică a clădirii sau echipamentelor/utilajelor;
- închide circuitele hidraulice;
- operează orice alt sistem necesar protecției imobilului sau echipamentului (opțional, la cererea utilizatorului).

Pornind de la elementele de mai sus se pot realiza și alte aplicații: pornirea sursei de siguranță, difuzarea unui mesaj vocal cu instrucțiuni de securitate, securizarea punctelor termice, pornirea iluminatului de siguranță, închiderea cortinelor de siguranță, blocarea/comanda ascensoarelor, deschiderea ușilor de siguranță etc.

Toate sistemele descrise mai sus sunt modulare, oferind posibilitatea de a trece oricând de la un sistem mai simplu la unul mai complex numai prin adăugarea de echipamente suplimentare.

Concluzii

Existența robinetelor automate la unele stații de predare a gazelor naturale nu asigură protecția clădirilor contra incendiilor, datorită cantităților mari de gaz aflat sub presiune existente în rețeaua de distribuție stradală, care în cazul unui seism se pot acumula în încăperi, din cauza pierderii etanșeității instalațiilor de utilizare.

Singura metodă eficientă pentru a evita un incendiu este închiderea automată a accesului gazelor înainte de intrarea în clădire.

Din punct de vedere tehnic sistemele de protecție antiseismică rezolvă problema:
- prin sistarea alimentării cu gaze/apă/electricitate/ agent termic;
- prin operarea sistemelor de siguranță – salvare date, trecere pe generatoare de urgență, activarea sistemelor de alarmă și protecție a bunurilor mobile etc., precum și activarea oricăror alte sisteme de siguranță existente în imobil, în funcție de opțiunile solicitate de beneficiar;
- nu în ultimul rând, dau un răgaz de aprox. 60-70 s oamenilor aflați în clădirile protejate pentru a se îndepărta de zonele periculoase/obiectele instabile și pentru a se adăposti.

Din punct de vedere economic sistemele de protecție prezentate mai sus sunt foarte performante: deși rezolvă cca. 50% din problema asigurării antiseismice a clădirii, instalarea unui astfel de sistem costă aproximativ 1% din totalul protecției clădirii (cu consolidare) și se instalează în mai puțin de 2 ore.

Pentru a fi permanent la curent cu ultimele versiuni ale sistemelor descrise mai sus precum și cu alte sisteme de protecție a vieții, patrimoniului și instalațiilor precum și cu cerințele caietului de sarcini, accesați periodic site-ul: www.seisme.ro.

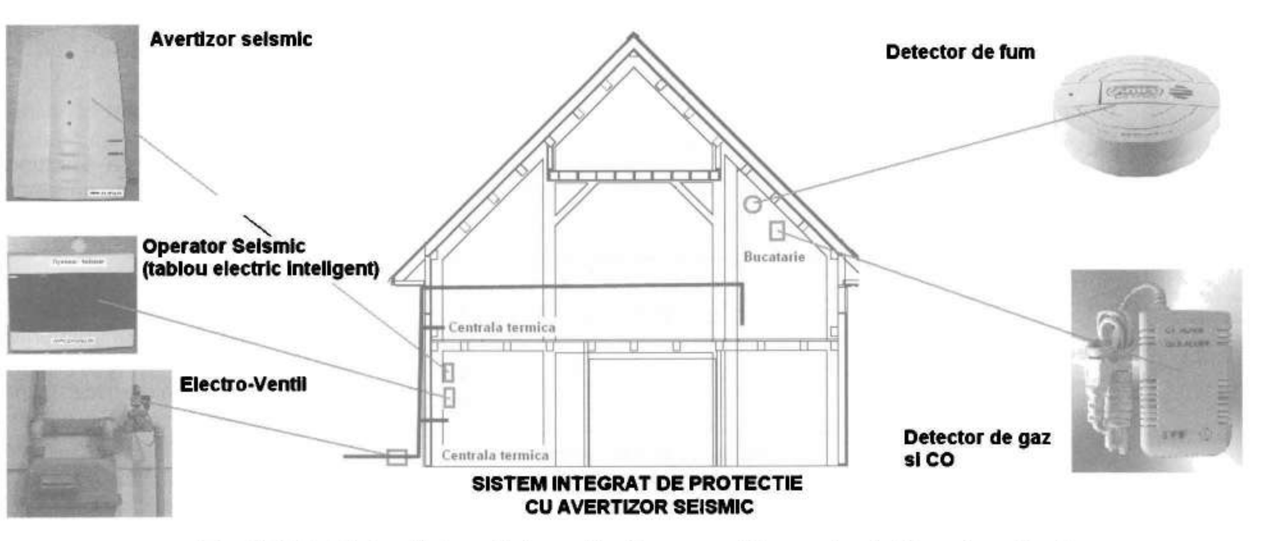


Fig. 6.10.6. Sistem integrat de protecție cu avertizor seismic (Smart system)

BIBLIOGRAFIE

1. Babbitt, E.Harold - Water Supply Engineering, Mc. Graw Hill, 1962.
2. Bălulescu, P., Călinescu, V. - Instalații speciale automate de detectare și de stingere a incendiilor, București, Editura Tehnică, 1980.
3. Brigaux, G., Garrigou, M. - La plombérie les equipements sanitaires, Paris, 1973.
4. Charlet, H. - Traité de plomberie et d'instalation sanitaire, Paris, Garnier Fréres, 1963.
5. Cioc, D. - Hidraulica, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
6. Duffie, A.J., Beckman, A.W. - Solar energy thermal processes, New York, John Wiley, 1974.
7. Degrémont, G. - Mémento technique de l'eau, Paris, 1990.
8. Dobromâslev, A.I. - Rasciot i constructirovanie sistem canalizații zdanii, Moskva, Stroizdat, 1978.
9. Dumitrescu, L. - Instalații de apă caldă menajeră, Editura Tehnică, București, 1965.
10. Dumitrescu, L. - Instalații sanitare pentru ansambluri de clădiri, Editura Tehnică, București, 1980.
11. Dumitrescu, L. - Noi relații de calcul pentru dimensionarea rețelelor de alimentare cu apă rece și caldă pentru clădiri de locuit, INSTALATORUL nr. 3, 1999, Editura ARTECNO, București.
12. Dumitrescu, L. - Alimentarea cu apă a localităților din mediul rural, revizuirea normativului P 66, INSTALATORUL nr. 8/ 2001, nr. 1, 2/ 2002, Editura ARTECNO, București.
13. Feurich, H. - Taschenbuch für den Sanitär - Installateur, Düsseldorf, 1985.
14. Gallizio, A. - Impianti Sanitari, Editor Ulrico Hoepli, Milano, 1952.
15. Gheorghe, G. - Distribuția și utilizarea gazelor naturale, Editura Tehnică, București, 1972.
16. Grothe, H, ș.a. - Ihr Eigenheim und die Hausinstallation, VEB, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1986.
17. Iamandi, C., Petrescu, V., Sandu, L., Damian, R., Anton, A., Degeratu, M. - Hidraulica instalațiilor, Editura Tehnică, București, 1990.
18. Ignat, V., Schmidt, E. - Cartea instalatorului de gaze combustibile pentru industrie, Editura Tehnică, București, 1986.
19. Kedrov, V.S., Lovțov, E.N. - Sanitarno tehnicescoie oborudovanie zdanii, Moskva, 1989.
20. Leonăchescu, N. - Termotehnică, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
21. Miheev, O.P. - Proiectirovanie sanitarno - tehnicescoie vodorazbornoi armaturî zdanii, Moskva, Stroizdat, 1990.
22. Negulescu, M. - Canalizări, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978.
23. Negulescu, M. - Epurarea apelor uzate orășenești, Editura Tehnică, București, 1978.
24. Negulescu, M., Antoniu, R., Bondor, Doina, Constantinescu, Gh., Ghederim, Victoria, Marcu, M., Negulescu, C.A.L., Popescu, V., Tăutu, D., Vaicum, Lydia - Epurarea apelor uzate industriale, Editura Tehnică, București, 1987.
25. Polgunov, P.P., Isaev, V.I. - Sanitarno - tehniceskie ustroistvo i gazosnabjenii zdanii, Moskva, 1982.
26. Pâslărașu, I., Rotaru, M., Teodorescu, M., - Alimentări cu apă, Editura Tehnică, București, 1981.
27. Recknagel - Sprenger - Taschenbuch für Heizung, Lüftung und Klimatechnik, R. Oldenborg, München - Wien, 1992.
28. Sack, Th., F. - Building and plant maintenance, Prentice - Hall, Inc., 1986.
29. Saunas Cristoph - Planing von Schwimmbädern, Krammer, Verlag, Düsseldorf, 1989.
30. Trofin, P. - Alimentări cu apă, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
31. Vintilă, Șt., Busuioc H. - Instalații de alimentare cu apă, canalizare, sanitare și de gaze, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978.
32. Vintilă, Șt. - Instalații hidraulice industriale, I.C.B., 1980.
33. Vintilă, Șt., Cruceru, T., Onciu, Lucia, Șerbănescu, C. - Instalații sanitare și de gaze - Îndrumător de proiectare, Editura Tehnică, București, 1987.
34. Vintilă, Șt., Cruceru, T., Onciu, Lucia - Instalații sanitare și de gaze, Editura didactică și Pedagogică, București, 1995.
35. Voinescu, V., Niculescu, N., Lăzărescu, L. - Îndrumătorul instalatorului, Editura Tehnică, București, 1964.
36. Vincent, T., Manas, P.E. - National plumbing - Code Water supply and distribution, New York, 1975.
37. STAS 1478 – 90. Instalații sanitare. Alimentarea cu apă a construcțiilor civile și industriale. Prescripții fundamentale de proiectare.
38. STAS 1795 – 87. Instalații sanitare. Canalizări interioare. Prescripții fundamentale de proiectare.
39. I 9 – 2010. Normativ pentru proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor sanitare din clădiri și de alimentare cu apă și canalizare din ansamblurile de clădiri.

40. Mc 001/II – 3/2006. Metodologia de calcul al performanței energetice a instalațiilor de alimentare cu apă caldă de consum.
41. I 22 -99. Normativ pentru proiectarea și executarea conductelor de aducțiune și a rețelelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților.
42. I 66-2001. Normativ pentru proiectarea și executarea lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare a localităților din mediul rural.
43. NP 084-2003. Normativ privind proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor sanitare și a sistemelor de alimentare cu apă și canalizare, utilizând conducte din mase plastice.
44. NTPA 002-2002. Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților.
45. NTPA 001-2002. Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali.
46. NTPA 011-2002. Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești.
47. P 96-1996. Ghid pentru proiectarea și executarea instalațiilor de canalizare a apelor meteorice din clădiri civile, social-culturale și industriale.
48. NTPEE – 2008. Norme tehnice pentru proiectarea, executarea și exploatarea sistemelor de alimentare cu gaze naturale.
49. I 31-1999. Normativ pentru proiectarea și executarea sistemelor de alimentare cu gaze petroliere lichefiate (G.P.L.).
50. I 33-1999. Normativ pentru exploatarea sistemelor de alimentare cu gaze petroliere lichefiate (G.P.L.).
51. P 7 – 2002. Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire.
52. P 118. Normativ de siguranță la foc a construcțiilor.
53. C 56 – 2001. Normativ privind verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții și instalații aferente.
54. C 300. Normativ de prevenire a incendiilor pe durata de execuție a lucrărilor de construcții și instalații aferente.
55. Colecția revistei INSTALATORUL. Editura ARTECNO, București.

www.artecno.ro



ISBN 978-973-85936-5-7
ISBN 978-973-85936-8-8